

Государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение
«Кунгурский колледж агротехнологий и управления»



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

ООД.10 ФИЗИКА

для студентов

профессии 35.01.27 Мастер сельскохозяйственного производства
базовой подготовки

2024 г.

Составитель: Волынкина.М.В., преподаватель ГБ ПОУ «Кунгурский колледж агротехнологий и управления»

Содержание

Пояснительная записка.....	4
Практическая работа № 1 Законы сохранения в динамике.....	6
Практическая работа № 2 Уравнение состояния идеального газа.....	8
Практическая работа № 3 Определение влажности воздуха.....	10
Практическая работа № 4 Поверхностное натяжение жидкости.....	15
Практическая работа № 5 Параллельное и последовательное соединение проводников.....	18
Практическая работа № 6 Закон Ома для полной цепи.....	20
Практическая работа № 7 Математический и пружинный маятники	24
Практическая работа № 8 Трансформатор.....	29
Практическая работа №9 Шкала электромагнитных излучений.....	30
Практическая работа №10 Фотоэффект.....	32
Практическая работа № 11 Строение и происхождение Солнечной системы.....	34

Пояснительная записка

Методические рекомендации к выполнению практических работ по дисциплине «Физика» предназначены для организации самостоятельной работы студентов первого курса очного отделения профессии 35.01.27 Мастер сельскохозяйственного производства

Согласно учебного плана обязательная аудиторная учебная нагрузка составляет 108 часов, в том числе 22 часа составляют практические занятия. В связи с практической направленностью дисциплины разработано 11 практических работ.

Практические работы позволяют закрепить, систематизировать и определить уровень знаний и умений по следующим темам дисциплины:

- Кинематика.
- Динамика.
- Молекулярно-кинетическая теория.
- Термодинамика.
- Механические колебания.
- Электромагнитные колебания и волны.
- Природа света.
- Волновые свойства света.
- Квантовая оптика.
- Физика атома.
- Физика атомного ядра.

Перед выполнением студентами практической работы преподаватель проводит инструктаж по выполнению задания, который включает цель задания, его содержание, время выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки теста и практического выполнения задания.

Время выполнения практической работы составляет от 45 до 90 минут.

Критерии оценивания при выполнении теста:

% набранных баллов	Оценка
91 – 100	5
71 – 90	4
51 – 70	3
0 – 50	2

Критерии оценивания при выполнении практического задания:

- Оценка «5» - ставится в том случае, если студент обнаруживает верное понимание сущности рассматриваемых операций, правильно и в полном объеме выполняет задания, заданий и предлагает наиболее рациональное решение.

- Оценка «4» - задания выполнены в полном объеме, но допущены незначительные неточности.
- Оценка «3» - при выполнении заданий обнаруживаются неточности, выполнено правильно не менее 60% заданий, предлагаемый вариант решения не рационален.
- Оценка «2» - учащийся не овладел основными умениями в соответствии с требованиями программы.

В процессе инструктажа преподаватель предупреждает студентов о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания.

Практическая работа № 1

Тема: Закон сохранения в динамике

Цели:

- на примере конкретных задач рассмотреть понятия работы, потенциальной кинетической энергии;
- проанализировать границы применимости законов сохранения на конкретных примерах.

Качественные задачи

1. В каком случае расходуется меньше энергии при запуске спутника Земли: при запуске вдоль меридиана или вдоль экватора в сторону вращения Земли?
2. Два одинаковых тела падают с высоты H : одно в воздухе, другое – в вакууме. Одинаковы ли потенциальные энергии тел в начале падения? Одинаковы ли их кинетические энергии в конце падения?
3. Шофер автомобиля, едущего со скоростью v , внезапно увидел перед собой на расстоянии a широкую стену. Что ему выгоднее: затормозить или повернуть?
4. И свинец, и тяжелая вода практически не поглощают нейтроны. Почему же в атомных реакторах для торможения нейтронов тяжелую воду используют, а свинец – нет?
5. Как будут двигаться два одинаковых шарика после центрального упругого удара в отсутствие внешних сил, если один из них до удара покоился?
6. Почему при попадании пули в баллистический маятник нельзя применять закон сохранения механической энергии ко всему процессу в целом?

Примеры решения расчетных задач

Задача 1. Цепочка длиной l лежит на гладком горизонтальном столе, свешиваясь ровно наполовину. Цепочку без толчка отпускают. Найдите скорость цепочки в момент, когда ее верхний конец соскользнет со стола.

Решение:

 Поскольку при движении цепочки сила трения отсутствует, то полная механическая энергия системы будет сохраняться. В качестве начального состояния выбираем цепочку в начальный момент времени, конечного – в момент, когда ее верхний конец соскользнет со стола. Будем считать потенциальную энергию цепочки в конечном состоянии равной нулю (рис. 1). Величина потенциальной энергии определяется положением центра массы тела. Поэтому в начальном состоянии полная механическая энергия системы

$$E_1 = \frac{m}{2} g \frac{l}{2} + \frac{m}{2} g \frac{l}{4} = \frac{3}{8} mgl.$$

В конечном состоянии полная механическая энергия $E_2 = \frac{mv^2}{2}$, так как $E_1 = E_2$,

то
$$v = \sqrt{\frac{3gl}{4}}.$$

Ответ:
$$v = \sqrt{\frac{3gl}{4}}.$$

Задача 2. Человек массы m переходит с одного конца лодки массой M на другой. Длина лодки равна l . Найдите перемещение лодки. Соппротивлением воды движению лодки пренебречь.

Решение:

Поскольку система «лодка–человек» является замкнутой, то для решения задачи можно использовать закон сохранения импульса. В качестве тела отсчета выберем Землю. В начальный момент времени импульс системы «лодка–человек» равен нулю, следовательно, он будет таковым и во все последующие моменты времени:

$$m\vec{v}_ч + M\vec{v}_л = 0, \quad (1)$$

где $\vec{v}_ч$ – скорость человека относительно берега, а $\vec{v}_л$ – скорость лодки.

Согласно закону сложения скоростей $\vec{v}_ч = \vec{v}'_ч + \vec{v}_л$, где $\vec{v}'_ч$ – скорость движения человека относительно лодки. Подставим $\vec{v}_ч$ в (1):

$$m(\vec{v}'_ч + \vec{v}_л) + M\vec{v}_л = 0.$$

Из последнего выражения

$$\vec{v}_л = -\frac{m}{M+m} \vec{v}'_ч.$$

Обозначим время движения человека через t , тогда перемещение лодки относительно берега будет равно

$$\vec{L} = \vec{v}_л \cdot t = -\frac{m}{M+m} \vec{v}'_ч \cdot t = -\frac{m}{M+m} \vec{l},$$

где $\vec{l}$ – перемещение человека вдоль лодки.

Ответ:
$$\vec{L} = \vec{v}_л \cdot t = -\frac{m}{M+m} \vec{v}'_ч \cdot t = -\frac{m}{M+m} \vec{l}.$$

Задачи для самостоятельной работы

1. На тело действуют две силы $\vec{F}_1 = \{3, -1\}$ и $\vec{F}_2 = \{-5, 3\}$. Тело переместилось из точки с координатами $(1, 0)$ в точку с координатами $(-2, 3)$. Определите работу, совершенную каждой силой. Все величины дайте в системе СИ.

Ответ: $A_1 = -12$ Дж. $A_2 = 24$ Дж.

2. Стоящий на льду человек массой $M = 60$ кг ловит мяч массой $m = 0,5$ кг, который летит горизонтально со скоростью $v_1 = 20 \text{ м/с}$. На какое расстояние откатится человек с мячом по горизонтальной поверхности льда, если коэффициент трения μ равен 0,03?

Ответ: $S = \left(\frac{mv_1}{m+M} \right)^2 \frac{1}{2\mu g} \approx 4 \text{ см.}$

3. Человек на Земле прыгает на высоту $h_3 = 1 \text{ м}$. На какую высоту $h_{\text{л}}$, затратив ту же энергию, он прыгнет на Луне? Радиус Луны $R_{\text{л}} = 0,27 R_3$, а ее плотность $\rho_{\text{л}} = 0,6 \rho_3$.

Ответ: $h_{\text{л}} = \frac{\rho_3 R_3}{\rho_{\text{л}} R_{\text{л}}} = 6,17 \text{ м.}$

4. Тело массой $m_1 = 1 \text{ кг}$, движущееся со скоростью v , налетает на покоящееся второе тело и после упругого столкновения отскакивает от него под углом $\frac{\pi}{2}$ к первоначальному направлению со скоростью $v_1 = \frac{2}{3} v$. Найдите массу m_2 второго тела.

Ответ: $m_2 = \frac{13}{5} m_1 = 2,6 \text{ кг.}$

5. Шарик массой m соскальзывает по желобу, имеющему на конце горизонтальный участок с высотой $H = 1,4$ м. В конце желоба он сталкивается с таким же шариком, установленным на подставке на высоте $h = 0,7$ м (рис. 5). Считая удар абсолютно упругим, определите дальность полета второго шарика.

Ответ: $S = 2\sqrt{h(H-h)} = 1,4 \text{ м.}$

6. На конце соломинки, лежащей на гладком столе, сидит маленький кузнечик массы m . С какой наименьшей скоростью относительно неподвижного наблюдателя должен прыгнуть кузнечик, чтобы попасть на другой конец соломинки? Масса соломинки M , ее длина l .

Ответ: $v = \sqrt{\frac{M}{M+m} gl}$.

7. На группу из трех гладких одинаковых кубиков, лежащих на гладкой горизонтальной поверхности, как показано на рисунке, налетает со скоростью v гладкая шайба (рис. 6). Масса каждого кубика равна массе шайбы. Диаметр шайбы и ее высота равны ребру кубика. Определите скорости всех тел после соударения.

Ответ: после удара шайба останавливается, средний кубик остается неподвижным, крайние кубики будут двигаться со скоростью $v_1 = v\sqrt{2}$ под углом 45° к направлению скорости движения шайбы.

8. Груз массой m_1 падает на плиту массой m_2 , укрепленную на пружине жесткостью k . Определите наибольшее сжатие пружины x_{max} , если в момент удара груз обладал скоростью v . Удар неупругий.

Ответ: $x_{\text{max}} = \frac{g(m_1 + m_2)}{k}$

9. Веревка длины $l = 20\text{ м}$ переброшена через блок. В начальный момент веревка висит симметрично относительно вертикальной прямой, проходящей через ось блока, и покоится, а затем в результате незначительного толчка начинает двигаться по блоку. Будет ли движение веревки равноускоренным? Какова будет скорость веревки, когда она сойдет с блока? Массой и размерами блока пренебречь.

$$v = \sqrt{\frac{gl}{2}} \approx 10 \text{ м/с}.$$

Ответ: движение веревки не будет равноускоренным.

10. В пробирке массы M , закрытой пробкой массы m , находится капля эфира. При нагревании пробирки пробка вылетает под давлением паров эфира. Пробирка подвешена на невесомом жестком стержне длины L (рис. 7). С какой минимальной скоростью должна вылететь пробка, чтобы пробирка сделала полный оборот вокруг точки подвеса?

Ответ:
$$v = \frac{2M\sqrt{gL}}{m}.$$

Практическая работа № 2

Тема: Уравнение состояния идеального газа

Цель:

– закрепить умения учащихся определять опытным путем параметры состояния газа, проверить знание уравнения состояния газа.

Ответить на вопросы:

1. Что такое идеальный газ?
2. Объясните с помощью модели «идеальный газ», почему газы легко сжимаются, оказывают давление на стенки сосудов любой формы и размера, занимают любой предоставленный объем
3. Чему равен абсолютный нуль по шкале Цельсия?
4. Назовите 3 макроскопических параметра, характеризующих состояние данной массы разреженного газа
5. Что такое температура и что она характеризует?
6. Какие физические величины входят в уравнение Менделеева – Клапейрона?

Практические задачи

Пользуясь уравнением Менделеева – Клапейрона, вычислите, чему равна масса воздуха, заполняющего стакан.

- Какие данные нужны для этого расчета?
- Какие приборы потребуются для выполнения этой работы?

Какова масса воздуха в кабинете физики?

- Какие данные нужны для этого расчета?
- Какие приборы нужны для выполнения этой работы?

- До какой температуры надо нагреть воздух в комнате, чтобы половина массы воздуха вышла через открытую форточку?

Тест		Тест	
1 вариант	ответы	2 вариант	ответы
1. Какая из приведенных ниже величин не относится к макроскопическим параметрам?		1. Разность температуры тел указывает ...	
1. Давление	Давл	1. ... на плотность тел	
2. Масса молекулы	Масс	2. ... направление теплообмена между ними	
3. Объем	Объе	3. ... на объем тел	
4. Температура	Темп		
2. При какой температуре прекращается движение молекул?		2. Чему равна температура по шкале Цельсия, если абсолютная температура равна 300K?	
1. 273 K		4. -	
2. -273 K		5. 0°C	
3. 0° K		6. 27° C	
4. 0 C		7. 300 K	
III. Подставить недостающие величины в ...		3. Подставить недостающие величины в ...	
1. ...t		8. ... m	
2. ...v		9. ... v	
3. ...T		10. ... M	
4. Универсальная газовая постоянная - ...		IV. Степень нагретости тела характеризует ...	
1. ... k = $1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К		11. ... работа	
2. ... $N_A = 6,31 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹		12. ... молекула	
3. ... R = 8,31 Дж/(моль·К)		13. ... температура	
V.*Как изменится давление идеального газа при увеличении его объема в 2 раза и при уменьшении абсолютной температуры в 2 раза?		V.*Как изменится давление идеального газа при увеличении его объема в 4 раза и при уменьшении абсолютной температуры в 2 раза?	

1. Уменьшится в 4 раза 2. Уменьшится в 2раза 3. Останется неизменным 4. Увеличится в 4 раза		1. Уменьшится в 8 раза 2. Уменьшится в 4 раза 3. Останется неизменным 4. Увеличится в 4 раза	
--	--	---	--

Практическая работа № 3

Тема: Определение влажности воздуха

Цель: применять формулы абсолютной и относительной влажности при решении задач

Краткая теория:

Для того чтобы количественно оценить влажность воздуха, пользуются понятиями **абсолютной** и **относительной влажности**.

Абсолютная влажность — это количество граммов водяного пара, содержащееся в 1 м³ воздуха при данных условиях, т. е. это плотность водяного пара ρ , выраженная в г/м³.

Относительная влажность воздуха φ — это отношение абсолютной влажности воздуха ρ к плотности ρ_0 насыщенного пара при той же температуре. Относительную влажность выражают в процентах:

$$\varphi = (\rho / \rho_0) \cdot 100 \%$$

Концентрация пара связана с давлением ($p_0 = nkT$), поэтому относительную влажность можно определить как процентное отношение **парциального давления** p пара в воздухе к давлению p_0 насыщенного пара при той же температуре:

$$\varphi = (p / p_0) \cdot 100 \%$$

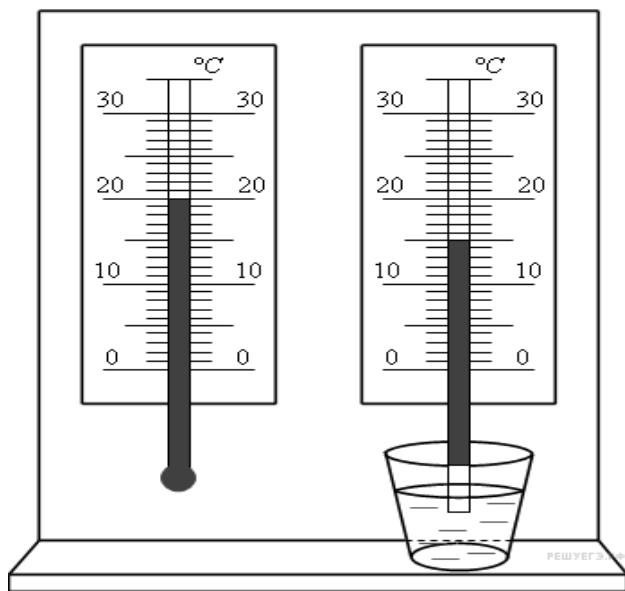
Под **парциальным давлением** понимают давление водяного пара, которое он производил бы, если бы все другие газы в атмосферном воздухе отсутствовали.

Если влажный воздух охлаждать, то при некоторой температуре находящийся в нем пар можно довести до насыщения. При дальнейшем охлаждении водяной пар начнет конденсироваться в виде росы.

1 вариант

1. На рисунке представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы, в которой влажность воздуха указана в процентах. Психрометрическая таблица представлена ниже.

	Разность показаний сухого и влажного термометров								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8



Относительная влажность воздуха в помещении, в котором проводилась съемка, равна

10	100	88	76	65	54	44	34	24	14
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23
14	100	90	79	70	60	51	42	33	25
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44

2. Относительная влажность воздуха равна 42%, парциальное давление пара при температуре равно 980 Па. Давление насыщенного пара при заданной температуре равно (ответ округлить до целых)

3. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 60%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объём в два раза. Относительная влажность воздуха стала:

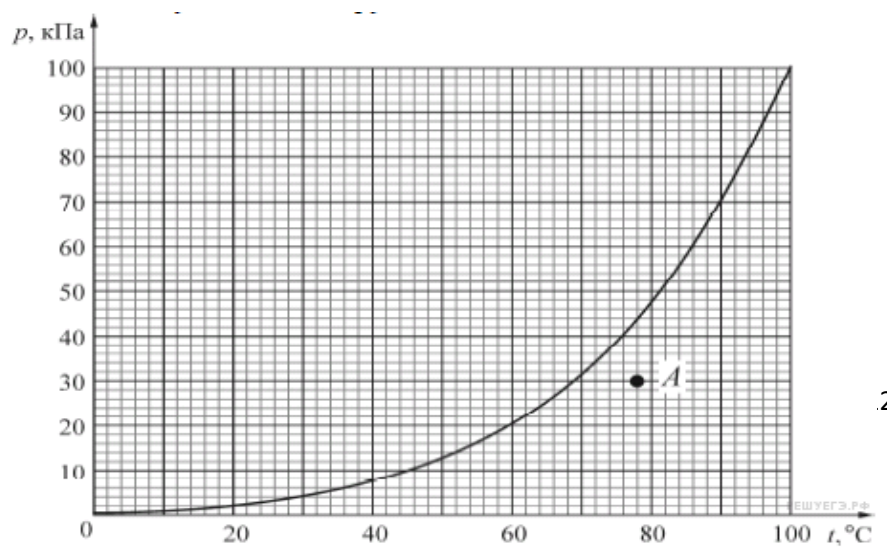
4. В сосуде под поршнем находится ненасыщенный пар. Его можно перевести в насыщенный,

- 1) изобарно повышая температуру
- 2) добавляя в сосуд другой газ
- 3) увеличивая объём пара
- 4) уменьшая объём пара

5. Относительная влажность воздуха в комнате равна 40%. Каково соотношение концентрации n молекул воды в воздухе комнаты и концентрации $n_{\text{н.п.}}$ молекул воды в насыщенном водяном паре при той же температуре?

- 1) n меньше в 2,5 раза
- 2) n больше в 2,5 раза
- 3) n меньше на 40%
- 4) n больше на 40%

6. Какова относительная влажность воздуха при температуре 20°C, если точка росы 12°C. Давление насыщенного водяного пара при 20°C равно 2,33 кПа, а при 12°C — 1,40 кПа. Ответ выразите в процентах и округлите до целых.



7. На рисунке изображена зависимость давления p насыщенного водяного пара от температуры T . Точкой А на этом графике обозначено состояние пара, находящегося в закрытом сосуде. Чему равна относительная влажность воздуха в этом сосуде? Ответ округлите до целого числа процентов.

8. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде 30 %. Какой будет относительная влажность, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 3 раза? (Ответ дать в процентах.)

9. Днём при температуре $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ относительная влажность воздуха была 70%. Сколько воды в виде росы выделится из каждого кубического метра воздуха, если температура ночью понизилась до $7\text{ }^{\circ}\text{C}$?

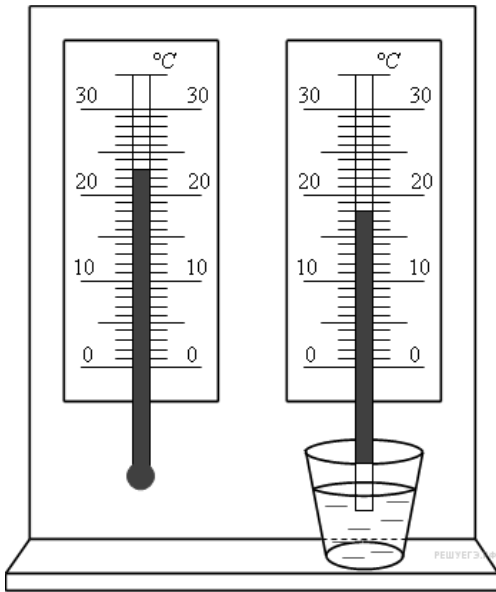
10. Относительная влажность водяного пара в сосуде при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ равна 62%. Какова плотность этого пара? (Ответ дать в кг/м^3 , округлив до сотых долей.)

2 вариант

1. На рисунке представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы, в которой влажность указана в процентах. Психрометрическая таблица представлена ниже.

	Разность показаний сухого и влажного термометров								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23
14	100	90	79	70	60	51	42	33	25
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40

23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44



Какой была относительная влажность воздуха в тот момент, когда проводилась съемка? (Ответ дайте в процентах.)

2. Давление насыщенного пара при температуре 15 °C равно 1,71 кПа. Если относительная влажность воздуха равна 59 % то каково парциальное давление пара при температуре 15 °C? (Ответ дайте в паскалях.)

3. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 50 %. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в 3 раза. Какова стала относительная влажность воздуха? (Ответ дать в процентах.)

4. В сосуде под поршнем находится ненасыщенный пар. Его можно перевести в насыщенный,

- 1) добавляя в сосуд другой газ
- 2) уменьшая объем пара
- 3) увеличивая объем пара
- 4) изобарно повышая температуру

5. Относительная влажность воздуха в комнате равна 40%. Чему равно отношение — концентрации молекул воды в воздухе комнаты к концентрации молекул воды в насыщенном водяном паре при той же температуре?

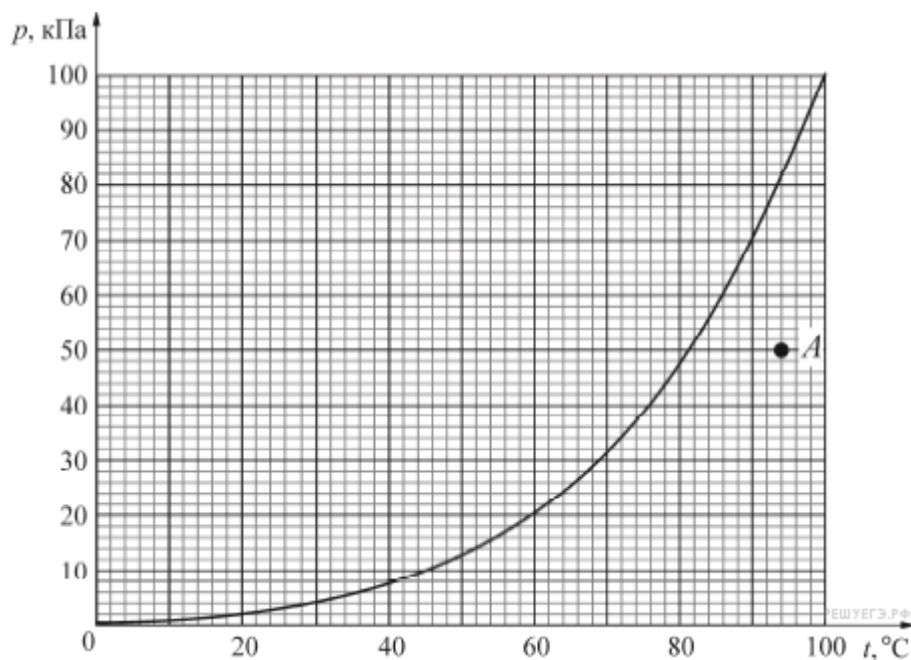
6. Какова относительная влажность воздуха при температуре 19 °C, если точка росы 7 °C? Давление насыщенного водяного пара при 19 °C равно 2,2 кПа, а при 7 °C — 1,00 кПа. Ответ выразите в процентах и округлите до целых.

7. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде 30 %. Какой станет относительная влажность, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 1,5 раза? (Ответ дать в процентах.)

8. В комнате при температуре 20 °C относительная влажность воздуха 20%. Сколько нужно испарить воды для увеличения влажности до 50%? Объем комнаты 40 м³.

9. Относительная влажность водяного пара в сосуде при температуре 100 °С равна 81 %. Какова плотность этого пара? Ответ выразите в кг/м³ и округлите до сотых долей.

10. На рисунке изображена зависимость давления p насыщенного водяного пара от температуры T . Точкой А на этом графике обозначено состояние пара, находящегося в закрытом сосуде. Чему равна относительная влажность воздуха (в процентах) в этом сосуде? Ответ округлите до целого числа.



Практическая работа № 4

Тема: *Определение поверхностного натяжения жидкости.*

Цели:

1. развитие познавательных интересов при выполнении экспериментальных исследований;
2. формировать умение самостоятельно выполнять опыты, проводить наблюдения и измерения, осуществлять запись, математическую обработку результатов эксперимента, формулировать вывод;
3. использовать приобретенные знания для решения практических задач.

I. Выполнение экспериментальных заданий.

1. Обнаружение силы поверхностного натяжения жидкости.

Оборудование: стакан с водой, кусочек пластилина, петля проволочная.

Порядок выполнения работы:

1. Скатайте из кусочка пластилина шарик диаметром 2-3 мм. Осторожно положите его на поверхность воды при помощи проволочной петли. Рассмотрите форму поверхности воды около шарика.
2. Погрузите шарик в воду. Почему в этом случае шарик тонет?
3. Опустите проволочную петлю в стакан с водой, а затем осторожно выньте ее из воды. В петле образовалась пленка. Осторожно изменяйте площадь поверхности плёнки. Для этого раздвигайте и сближайте концы проволочной петли. Какая сила удерживает воду в петле?

2. Выяснение зависимости силы поверхностного натяжения жидкости от температуры и наличия примесей в жидкости.

Оборудование: стакан с холодной водой, стакан с горячей водой, пробирка с тальком, кусочек мыла, кусочек пластилина, петля проволочная.

Порядок выполнения работы:

1. Скатайте из кусочка пластилина шарик диаметром 2-3 мм. Положите его с помощью проволочной петли сначала на поверхность холодной воды, а затем – горячей.
Сравните результаты опытов и объясните их.

Ответьте на вопросы:

- Зависит ли коэффициент поверхностного натяжения воды от температуры?
- По какому признаку об этом можно судить?

2. Посыпьте тальком поверхность холодной воды в стакане. Для этого закройте отверстие в пробирке кусочком марли и просейте тальк над водой.

3. Коснитесь поверхности воды кусочком мыла, а затем посыпьте сначала сахар, потом соль. Что при этом наблюдается?

Ответьте на вопросы:

- Как изменился коэффициент поверхностного натяжения воды при растворении мыла?
- Как изменился коэффициент поверхностного натяжения воды при растворении сахара?
- Как изменился коэффициент поверхностного натяжения воды при растворении соли?

3. Наблюдение зависимости высоты поднятия жидкости от толщины воздушного клина.

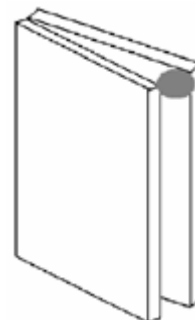
Оборудование: пластинки стеклянные – 2 шт., стакан с водой, кусочек пластилина.

Порядок выполнения работы:

1. Соедините две стеклянные пластины друг с другом так, чтобы между ними образовался воздушный клин (см. рисунок). Для этого между пластинами с края поместите кусочек пластилина.

2. Отпустите пластинки в стакан на глубину 0,5 – 1 см. наблюдайте за поднятием воды между пластинами.

3. Зарисуйте в тетради форму поверхности воды между пластинами.



Ответьте на вопросы:

- Что можно сказать о зависимости высоты поднятия воды от толщины воздушного клина?
- Какая сила поднимает воду между пластинами?

4. Вычисление среднего диаметра капилляра в теле.

Оборудование: стакан с водой, полоска промокающей бумаги, полоска ткани, линейка, таблица «Коэффициент поверхностного натяжения жидкости».

Порядок выполнения работы:

1. На промокающей бумаге и на ткани на расстоянии 0,5 – 1 см от одного из концов сделайте отметку. Одновременно промокающую бумагу и ткань опустите в воду до отметки. Наблюдайте за поднятием воды в обеих полосках.

2. Как только поднятие воды прекратится, выньте обе полоски. В какой полоске диаметр капилляров больше?

3. Выполните необходимые измерения и вычислите средний диаметр капилляров в обеих полосках.

4. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу.

Материал	Высота столба жидкости над отметкой	Диаметр капилляра (в мм)
Промокательная бумага		
Ткань		

5. Сформулируйте вывод.

III. Контрольные вопросы и задания.

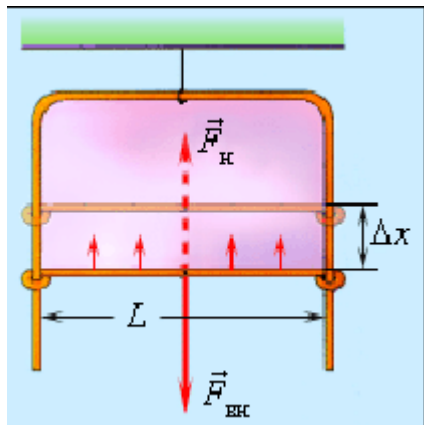


Рис. 1

1 уровень:

1. Почему расплавленный жир плавает на поверхности воды в виде кружков?
2. Почему чернилами нельзя писать на жирной бумаге?
3. Почему мокрое платье становится узко?
4. На каком физическом явлении основано употребление полотенец?
5. С какой силой действует мыльная пленка на проволоку (рис. 1), если длина проволоки 3 см? Какую работу надо совершить, чтобы переместить проволоку на 2 см?
6. На какую высоту поднимется спирт в трубке радиусом 0,5 мм?

2 уровень:

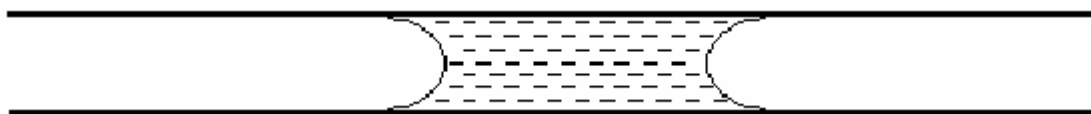


Рис. 2

1. Для получения свинцовой дроби расплавленный свинец сквозь узкие отверстия льют с некоторой высоты. Во время падения свинец принимает форму шариков. Почему?
 2. Почему две капельки ртути, приведенные соприкосновение, сливаются в одну?
 3. Если на поверхность воды положить нитку и с одной стороны от нее капнуть эфиром, то нитка будет перемещаться. Почему это происходит и в какую сторону она перемещается?
 4. Почему бывает трудно налить жидкость в пузырек с узким горлышком?
 5. Почему волоски кисточки в воде расходятся, а вынутые из воды слипаются?
 6. В тонкой стеклянной трубке, лежащей горизонтально (рис. 2), находится столбик воды. Какое явление будет иметь место, если один конец трубки подогреть?
1. Положите на поверхность воды спичку и коснитесь воды кусочком мыла по одну сторону вблизи спички.

Объяснить наблюдаемое явление. Найти силу, приводящую спичку в движение, если длина спички 4 см.

8. Найти массу воды, поднявшейся по капиллярной трубке диаметром 0,5 мм.

3 уровень

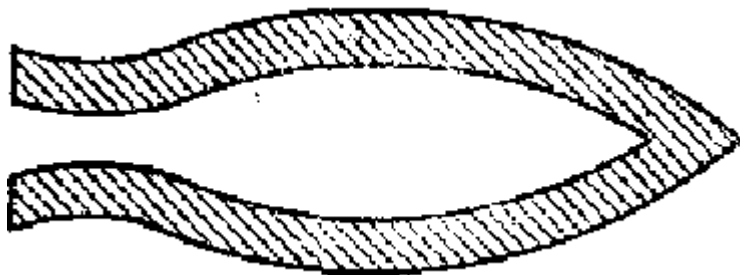


Рис. 3

- Почему уменьшаются размеры мыльного пузыря, если перестать дуть в трубку, на конце которой держится пузырь?
- У какой воды больше поверхностное натяжение: у чистой или у мыльной? Почему мыльная вода дает такие прочные пузыри, каких из чистой воды получить нельзя?
- Бумажная рамка (рис. 3) плавает на поверхности воды. Что произойдет, если внутрь рамки капнуть мыльным раствором?
- Какую жидкость можно лить в стакан выше краев?
- Должны ли смазочные материалы смачивать трущиеся металлы?
- Влияет ли величина диаметра стеклянной трубки барометра на точность его показаний?
- Из капельницы накапали равные массы сначала холодной воды, затем горячей воды. Как и во сколько раз изменился коэффициент поверхностного натяжения воды, если в первом случае образовалось 40, а во втором 48 капель? Плотность воды считать оба раза одинаковой.
- В капиллярной трубке радиусом 0,5 мм жидкость поднялась на 11 мм. Найти плотность данной жидкости, если ее коэффициент поверхностного натяжения 22 мН/м.

Коэффициент поверхностного натяжения некоторых веществ при температуре 200 С

Вещество	Поверхностное натяжение 10 ⁻³ Н/м
Азотная кислота 70%	59,4
Анилин	42,9
Ацетон	23,7
Бензол	29,0
Вода	72,8
Глицерин	59,4
Нефть	26
Ртуть	465

Серная кислота 85%	57,4
Спирт этиловый	22,8
Уксусная кислота	27,8
Эфир этиловый	16,9
Раствор мыла в воде	40

Практическая работа № 5

Тема: Последовательное и параллельное соединение проводников.

Цель работы: Определить общий ток и токи в ветвях при смешанном соединении приемников электрической энергии. Определить эквивалентное сопротивление. Проверить баланс мощности рассматриваемой цепи.

Теория:

Неразветвленная электрическая цепь это последовательное соединение приемников электрической энергии.

Последовательным называется такое соединение приемников электрической энергии, при котором по всем элементам протекает один и тот же ток.

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

Эквивалентное сопротивление цепи равно сумме сопротивлений последовательно включенных резисторов : $R_{\text{экв}} = R_1 + R_2 + R_3$

Эквивалентным называется такое сопротивление, которое будучи включенным вместо данных резисторов, не изменяет режима работы электрической цепи.

Закон Ома для всей замкнутой цепи имеет вид:

$$I = U / (R_1 + R_2 + R_3) \quad I = U / R_{\text{экв}}$$

$P = P_1 + P_2 + P_3$ – уравнение баланса мощностей.

Общая мощность равна сумме мощностей последовательно включенных резисторов.

Мощности на последовательно включенных резисторах распределяются прямо пропорционально сопротивлениям резисторов.

Напряжение на последовательно включенных резисторах распределяется прямо пропорционально сопротивлениям резисторов.

Разветвленная электрическая цепь это параллельное соединение приемников электрической энергии.

Параллельным называется такое соединение приемников электрической энергии, при котором на зажимах всех элементов имеется одно и то же напряжение.

$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

Согласно первого закона Кирхгофа: $I = I_1 + I_2 + I_3$

Обратная величина эквивалентного сопротивления равна сумме обратных величин сопротивлений резисторов, включенных параллельно: $1/R_{\text{экв}} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$

Величина обратная сопротивлению является проводимостью.

$$G_{\text{экв}} = 1/R_{\text{экв}} \quad G_{\text{экв}} = G_1 + G_2 + G_3$$

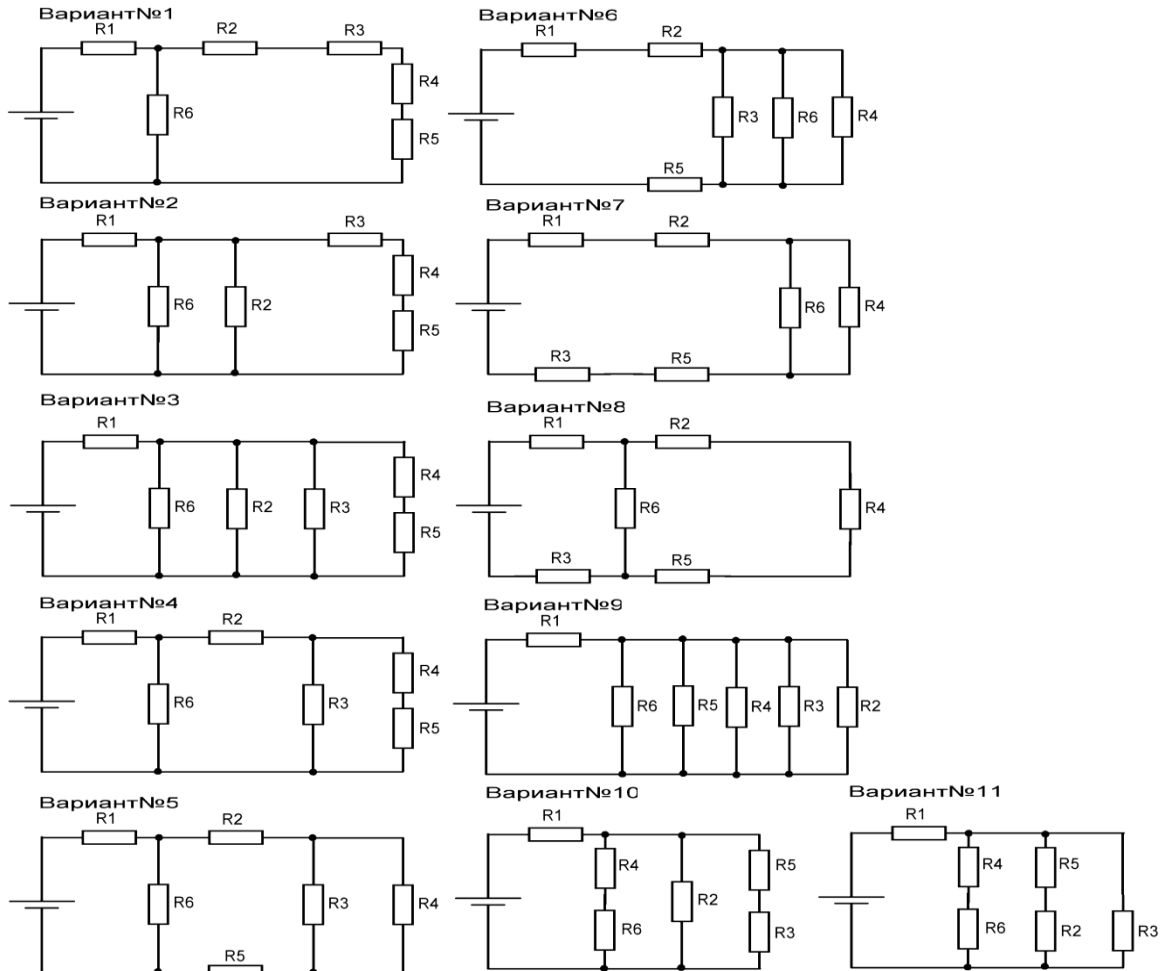
Эквивалентное сопротивление двух резисторов, включенных параллельно, определяется по формуле: $R_{\text{экв}} = R_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$

Смешанное соединение – это такое соединение, при котором в электрической схеме имеются одновременно участки с последовательно и параллельно включенными элементами. К этим участкам применяются формулы последовательного и параллельного соединения приемников электрической энергии, а данный метод называется методом эквивалентного сопротивления или методом «свертывания».

Задание:

1. В практической работе необходимо определить общий ток и токи в ветвях при смешанном соединении приемников электрической энергии. Определить эквивалентное сопротивление. Проверить баланс мощности рассматриваемой цепи.
2. Начертить принципиальную схему своего варианта.

Практическая работа №5



Практическая работа № 6

Тема: Закон Ома для полной цепи.

Цель: применять закон Ома для полной цепи при решении задач

Краткая теория:

Закон Ома для полной цепи

Закон Ома для полной цепи – эмпирический (полученный из эксперимента) закон, который устанавливает связь между силой тока, электродвижущей силой (ЭДС) и внешним и внутренним сопротивлением в цепи.

При проведении реальных исследований электрических характеристик цепей с постоянным током необходимо учитывать сопротивление самого источника тока. Таким образом в физике осуществляется переход от идеального источника тока к реальному источнику тока, у которого есть свое сопротивление (см. рис. 1).

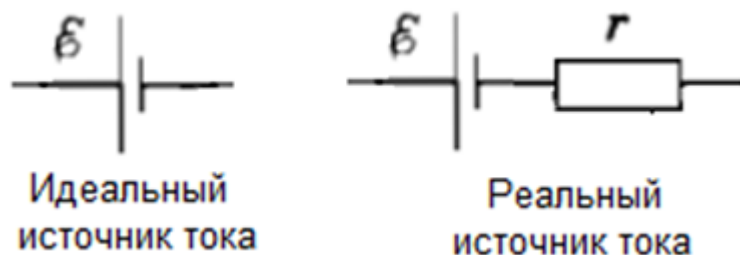


Рис. 1. Изображение идеального и реального источников тока

Рассмотрение источника тока с собственным сопротивлением обязывает использовать закон Ома для полной цепи.

Сформулируем закон Ома для полной цепи так (см. рис. 2): сила тока в полной цепи прямо пропорциональна ЭДС и обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи, где под полным сопротивлением понимается сумма внешних и внутренних сопротивлений.

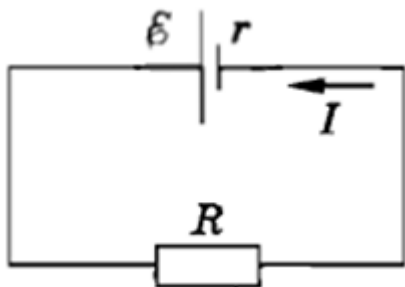


Рис. 2. Схема закона Ома для полной цепи.

Формула закона Ома для полной цепи

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r'}$$

2. R – внешнее сопротивление [Ом];
3. r – сопротивление источника ЭДС (внутреннее) [Ом];
4. I – сила тока [А];
5. ε – ЭДС источника тока [В].

Рассмотрим некоторые задачи на данную тему.

1. Определите силу тока в цепи с лампочкой, сопротивлением 2,4 Ом и источником тока, ЭДС которого равно 10 В, а внутреннее сопротивление 0,1 Ом.

По определению закона Ома для полной цепи, сила тока равна:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{10 \text{ В}}{2,4 \text{ Ом} + 0,1 \text{ Ом}} = 4 \text{ А.}$$

II. Определить внутреннее сопротивление источника тока с ЭДС 52 В. Если известно, что при подключении этого источника тока к цепи с сопротивлением 10 Ом амперметр показывает значение 5 А.

Запишем закон Ома для полной цепи и выразим из него внутреннее сопротивление:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \Rightarrow r = \frac{\varepsilon}{I} - R = \frac{52 \text{ В}}{5 \text{ А}} - 10 \text{ Ом} = 0,4 \text{ Ом.}$$

III. Однажды школьник спросил у учителя по физике: «Почему батарейка садится?» Как грамотно ответить на данный вопрос?

Мы уже знаем, что реальный источник обладает собственным сопротивлением, которое обусловлено либо сопротивлением растворов электролитов для гальванических элементов и аккумуляторов, либо сопротивлением проводников для генераторов. Согласно закону Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r'},$$

следовательно, ток в цепи может уменьшаться либо из-за уменьшения ЭДС, либо из-за повышения внутреннего сопротивления. Значение ЭДС у аккумулятора почти постоянный. Следовательно, ток в цепи понижается за счет повышения внутреннего сопротивления. Итак, «батарейка» садится, так как её внутреннее сопротивление увеличивается.

Вариант 1

1. ЭДС батарейки карманного фонарика равна 3,7 В, внутреннее сопротивление 1,5 Ом. Батарейка замкнута на сопротивление 11,7 Ом. Каково напряжение на зажимах батарейки?

2. Определите силу тока при коротком замыкании батарейки с ЭДС 9 В, если при замыкании её на внешнее сопротивление 3 Ом ток в цепи равен 2 А.

3. Аккумулятор мотоцикла имеет ЭДС 6 В и внутреннее сопротивление 0,5 Ом. К нему подключён реостат сопротивлением 5,5 Ом. Найдите силу тока в реостате.

4. Элемент с ЭДС 2,1 В и внутренним сопротивлением 0,2 Ом соединён с реостатом. Определить силу тока в цепи и сопротивление реостата, если напряжение на зажимах элемента 2 В. Какой длины надо взять для изготовления реостата железную проволоку, если площадь сечения 0,75 мм². Удельное сопротивление железа 0,1 $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

5. При подключении к батарее гальванических элементов резистора сопротивлением 18 Ом сила тока в цепи была 1 А, а при подключении резистора сопротивлением 8 Ом сила тока стала 1,8 А. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление батареи.

Вариант 2

1. ЭДС батарейки карманного фонарика равна 3,5 В, внутреннее сопротивление 1,2 Ом. Батарейка замкнута на сопротивление 10,8 Ом. Каково напряжение на зажимах батарейки?

2. Определите силу тока при коротком замыкании батарейки с ЭДС 6 В, если при замыкании её на внешнее сопротивление 2 Ом ток в цепи равен 1 А.

3. Источник тока с ЭДС 2 В и внутренним сопротивлением 0,8 Ом замкнут никелиновой проволокой длиной 2,1 м и сечением 0,21 мм². Определите напряжение на зажимах источника тока.

4. Элемент с ЭДС 2,5 В и внутренним сопротивлением 0,3 Ом соединён с реостатом. Определить силу тока в цепи и сопротивление реостата, если напряжение на зажимах элемента 2,2 В. Какой длины надо взять для изготовления реостата никелиновую проволоку, если площадь сечения 0,4 мм². Удельное сопротивление никелина 0,4 $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

5. При подключении к батарее гальванических элементов резистора сопротивлением 9 Ом

сила тока в цепи была 1 А, а при подключении резистора сопротивлением 4 Ом сила тока стала 1,5 А. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление батареи.

Вариант 3

1. ЭДС батарейки карманного фонарика равна 3,5 В, внутреннее сопротивление 1,2 Ом. Батарейка замкнута на сопротивление 10,8 Ом. Каково напряжение на зажимах батарейки?

2. Определите силу тока при коротком замыкании батарейки с ЭДС 18 В, если при замыкании её на внешнее сопротивление 4 Ом ток в цепи равен 4 А.

3. Напряжение на зажимах генератора 36 В, а сопротивление внешней цепи в 9 раз больше внутреннего сопротивления. Какова ЭДС генератора?

4. Элемент с ЭДС 3,5 В и внутренним сопротивлением 0,2 Ом соединён с реостатом. Определить силу тока в цепи и сопротивление реостата, если напряжение на зажимах элемента 2,7 В. Какой длины надо взять для изготовления реостата никелиновую проволоку, если площадь сечения 0,8 мм². Удельное сопротивление никелина $0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

5. При подключении к батарее гальванических элементов резистора сопротивлением 15 Ом сила тока в цепи была 0,8 А, а при подключении резистора сопротивлением 6 Ом сила тока стала 1,2 А. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление батареи.

Вариант 4

1. ЭДС батарейки карманного фонарика равна 4,1 В, внутреннее сопротивление 1,5 Ом. Батарейка замкнута на сопротивление 2,6 Ом. Каково напряжение на зажимах батарейки?

2. Определите силу тока при коротком замыкании батарейки с ЭДС 9 В, если при замыкании её на внешнее сопротивление 3 Ом ток в цепи равен 1,5 А.

3. При подключении к батарее гальванических элементов резистора сопротивлением 18 Ом сила тока в цепи была 1 А, а при подключении резистора сопротивлением 8 Ом сила тока стала 1,8 А. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление батареи.

4. Элемент с ЭДС 3,6 В и внутренним сопротивлением 0,2 Ом соединён с реостатом. Определить силу тока в цепи и сопротивление реостата, если напряжение на зажимах элемента 2,8 В. Какой длины надо взять для изготовления реостата медную проволоку, если площадь сечения 0,8 мм². Удельное сопротивление меди $0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

5. При подключении к батарее гальванических элементов резистора сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи была 1,8 А, а при подключении резистора сопротивлением 4 Ом сила тока стала 2,2 А. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление батареи.

Практическая работа № 7

Тема: Математический и пружинный маятник

Цель работы:

- закрепить умение применять формулы, описывающие колебательное движение при решении задач;
- способствовать развитию умения логического мышления;
- способствовать развитию познавательных способностей, самостоятельности, ответственности.

Задание 1. Повторите основные понятия и формулы

Колебания и волны – раздел физики, изучающий закономерности колебательного движения и распространения волн.

Механическими колебаниями называют движения тел, повторяющиеся точно через одинаковые промежутки времени. Примерами простых колебательных систем могут служить груз

на пружине или математический маятник. Для существования в системе гармонических колебаний необходимо, чтобы у нее было положение устойчивого равновесия, то есть такое положение, при выведении из которого на систему начала бы действовать возвращающая сила.

Механические колебания, как и колебательные процессы любой другой физической природы, могут быть свободными и вынужденными. Свободные колебания совершаются под действием внутренних сил системы, после того, как система была выведена из состояния равновесия. Колебания груза на пружине или колебания маятника являются свободными колебаниями. Колебания, происходящие под действием внешних периодически изменяющихся сил, называются вынужденными.

Простейшим видом колебательного процесса являются колебания, происходящие по закону синуса или косинуса, называемые **гармоническими колебаниями**.

Минимальный интервал времени, через который происходит повторение движения тела, называется периодом колебаний T . Если же количество колебаний N , а их время t , то период находится как:

$$T = \frac{t}{N}$$

Физическая величина, обратная периоду колебаний, называется частотой колебаний:

$$\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}$$

Частота колебаний ν показывает, сколько колебаний совершается за 1 с. Единица частоты – Герц (Гц). Частота колебаний связана с циклической частотой ω и периодом колебаний T соотношениями:

$$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$$

Следует обратить внимание на то, что:

- физические свойства колебательной системы определяют только собственную частоту колебаний ω_0 или период T .
- Такие параметры процесса колебаний, как амплитуда $A = x_m$ и начальная фаза φ_0 , определяются способом, с помощью которого система была выведена из состояния равновесия в начальный момент времени, т.е. начальными условиями.
- При колебательном движении тело за время, равное периоду, проходит путь, равный 4 амплитудам. При этом тело возвращается в исходную точку, то есть перемещение тела будет равно нулю. Следовательно, путь равный амплитуде тело пройдет за время равное четверти периода.

Чтобы определить, когда в уравнение колебаний подставлять синус, а когда косинус, нужно обратить внимание на следующие факторы:

- Проще всего, если в условии задачи колебания названы синусоидальными или косинусоидальными.
- Если сказано, что тело толкнули из положения равновесия – берем синус с начальной фазой, равной нулю.
- Если сказано, что тело отклонили и отпустили – косинус с начальной фазой, равной нулю.
- Если тело толкнули из отклоненного от положения равновесия состояния, то начальная фаза не равна нулю, а брать можно и синус и косинус.

Математическим маятником называют тело небольших размеров, подвешенное на тонкой, длинной и нерастяжимой нити, масса которой пренебрежимо мала по сравнению с массой тела. Только в случае малых колебаний математический маятник является гармоническим осциллятором, то есть системой, способной совершать гармонические (по закону $\sin$ или $\cos$) колебания. Практически такое приближение справедливо для углов порядка 5–10°. Колебания маятника при больших амплитудах не являются гармоническими.

Циклическая частота колебаний математического маятника рассчитывается по формуле:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

Период колебаний математического маятника:

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Свободные колебания совершаются под действием внутренних сил системы после того, как система была выведена из положения равновесия. Для того, чтобы свободные колебания совершались по гармоническому закону, необходимо, чтобы сила, стремящаяся вернуть тело в положение равновесия, была пропорциональна смещению тела из положения равновесия и направлена в сторону, противоположную смещению. Таким свойством обладает сила упругости.

Таким образом, груз некоторой массы m , прикрепленный к пружине жесткости k , второй конец которой закреплен неподвижно, составляют систему, способную совершать в отсутствие трения свободные гармонические колебания. Груз на пружине называют **пружинным маятником**.

Циклическая частота колебаний пружинного маятника рассчитывается по формуле:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Период колебаний пружинного маятника:

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

При свободных механических колебаниях кинетическая и потенциальная энергии периодически изменяются. При максимальном отклонении тела от положения равновесия его скорость, а, следовательно, и кинетическая энергия обращаются в нуль. В этом положении потенциальная энергия колеблющегося тела достигает максимального значения. Для груза на пружине потенциальная энергия – это энергия упругой деформации пружины. Для математического маятника – это энергия в поле тяготения Земли.

Когда тело при своем движении проходит через положение равновесия, его скорость максимальна. Тело проскакивает положение равновесия по инерции. В этот момент оно обладает максимальной кинетической и минимальной потенциальной энергией (как правило, потенциальную энергию в положении равновесия полагают равной нулю). Увеличение кинетической энергии происходит за счет уменьшения потенциальной энергии. При дальнейшем движении начинает увеличиваться потенциальная энергия за счет убыли кинетической энергии и так далее.

Таким образом, при гармонических колебаниях происходит периодическое превращение кинетической энергии в потенциальную и наоборот. Если в колебательной системе отсутствует трение, то полная механическая энергия при свободных колебаниях остается неизменной. При этом, максимальное значение кинетической энергии при механических гармонических колебаниях задаётся формулой:

$$E_{k \max} = \frac{mv_{\max}^2}{2} = \frac{mA^2\omega^2}{2}$$

Максимальное значение потенциальной энергии при механических гармонических колебаниях пружинного маятника:

$$E_{p \max} = \frac{kA^2}{2}$$

Взаимосвязь энергетических характеристик механического колебательного процесса (полная механическая энергия равна максимальным значениям кинетической и потенциальной энергий, а также сумме кинетической и потенциальной энергий в произвольный момент времени):

$$E = E_{k \max} = E_{p \max} = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$$

Задание 2. Решите количественные задачи.

Задача 1. Точка колеблется с периодом T и частотой ν . За период времени Δt она совершает количество полных колебаний N . Определите значение величин, обозначенных «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T , с	5	?	4	?	0,2	?	2	?	4	?
ν , Гц	?	2	?	0,5	?	2	?	0,125	?	2,5
Δt , с	125	?	132	?	85	?	116	?	148	?
N , число колебаний	?	136	?	62	?	226	?	21	?	325

Задача 2. Точка колеблется с амплитудой X_m , частотой ν , начальная фаза колебаний φ_0 . Составьте уравнение колебательного движения. Циклическую частоту и начальную фазу представьте в радианах.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X_m , см	30	25	10	5	15	40	20	30	45	32
ν , Гц	0,5	1	0,25	0,5	1	0,25	0,5	1	0,5	0,25
φ_0 , °	30	60	45	90	180	30	60	45	90	180
$X(t)$	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Задача 3. Пружинный маятник с массой груза m и жесткостью пружины k колеблется с циклической частотой ω_0 и периодом T . Определите значение величин, обозначенных «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k , Н/м	19,7	?	300	?	1,476	?	31,52	?	19,68	?
m , кг	?	5	?	0,4	?	0,05	?	2	?	2,5
ω_0 , рад/с	2π	π	10π	π	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{3}$	2π	π	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{3}$
T , с	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Задача 4. Тело массой m колеблется на пружине с амплитудой X_m и максимальной скоростью $v_{\max}$, максимальным ускорением $a_{\max}$, максимальная кинетическая энергия $E_{k \max}$ и максимальная потенциальная энергия $E_{п \max}$. Определите значение величин, обозначенных «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X_m , м	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
ω_0 , рад/с	π	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{3}$	π	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{2}$	π	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$
$v_{\max}$, м/с	3,14	0,628	12,56	31,4	3,14	12,56	6,28	12,56	3,14	3,14
$a_{\max}$, м/с ²	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
m , кг	2	3	4	2	3	5	2	4	5	3
$E_{k \max}$, Дж	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
$E_{п \max}$, Дж	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Практическая работа № 8

Тема: Трансформаторы

Цель работы: изучить устройство, типы, принцип действия, назначение трансформатора.

Оборудование: учебная модель трансформатора, учебник Дмитриева В.Ф. Физика 11 класс, §15.12 стр 257.

Пользуясь параграфами учебника, дайте ответы на следующие вопросы и выполните задания.

1. Назначение, устройство, обозначение на схемах и принцип действия трансформатора.
2. Что такое коэффициент трансформации? Типы трансформаторов.
3. С какой целью магнитопровод трансформатора набирается из тонких изолированных пластин электротехнической стали?
4. С какой целью для передачи электроэнергии используют трансформатор?
5. Как осуществляется передача электроэнергии на большие расстояния?
6. По имеющимся данным выполните расчеты и заполните таблицу. Определите типы трансформатора.

№ варианта	N_1	N_2	U_1	U_2	I_1	I_2	k
1	640		220	660		15	
2		1200	440	110	36		
3	1200	600	110			20	
4		300	380		30		5
5	1000		35000			15	0,2
6		5000		10000		20	4

Практическая работа №9

Тема: Шкала электромагнитных волн

Цель:

- повторение и закрепление знаний по теме «Электромагнитные волны».
- Повторить, обобщить и систематизировать знания учащихся по теме " Электромагнитные волны ".
- Доказать единство материального мира.
- Показать, что материальные объекты имеют множество различных физических свойств, которые имеют количественные и качественные изменения, связанные друг с другом;

1Задание. “Ключ”

- 1) Способ передачи тепла с помощью инфракрасных волн (из ответа возьмите вторую букву и запишите ее в первую клетку ключа). (И**з**лучение.)
- 2) Цвет, стоящий в спектре рядом с жёлтым цветом (из ответа возьмите пятую букву и запишите её во вторую клетку ключа).(Зелё**н**ый
- 3) Как называется учение о свете? (из ответа возьмите шестую букву и запишите её в третью клетку ключа).(Оп**т**ика)
- 4) Учёный, открывший явление дисперсии света (из ответа возьмите первую букву и запишите её в четвертую клетку ключа).(Н**ь**ютон)
- 5) Явление, огибания волнами препятствий (из ответа возьмите вторую букву и девятую буквы и запишите их в пятую и шестую клетки ключ).(**Д**ифрак**ц**ия)

Задание 2. заполнить таблицу.

Вид излучения	источник	приемник	диапазон	свойства	применение
Радиоволны	Открытый колебательный контур	Антенна	3кГц- $3 \cdot 10^{12}$ Гц	Несет информацию,отражается от ионосферы	Радиосвязь
Инфракрасное	Нагретое тело	Болометр, тепловизор	10^{12} Гц - 10^{14} Гц	Нагревает поверхность	Сушка, приборы ночного видения
Видимое	Нагретое тело до 800С	Глаз	$4 \cdot 10^{14}$ 8*	Вызывает зрительные образы	Оптические приборы
Ультрафиолетовое	Нагретое тело до 800С	Фотопластинки	10^{14} Гц 10^{14} Гц	Ионизация, загар,дезинфекция, фотосинтез	Медицина, дактилоскопия
Рентгеновское	Солнце, кварцевые лампы	Фотопленка	1016 Гц	Высокая проникающая способность	Диагностика,лечение
Гамма излучение	Рентгеновская трубка	Дозиметры, счетчик Гейгера	1015 -10 20 Гц	Наибольшая проникающая способность	Диагностика, лечение, астрономия
	Радиоактивные ядра		Более 1020 Гц		

Деление электромагнитных излучений по диапазонам условное. Четкой границы между областями нет. Названия областей сложились исторически, они лишь служат удобным средством классификации источников излучений.

Все диапазоны шкалы электромагнитных излучений имеют общие свойства:

- Физическая природа всех излучений одинакова
- Все излучения распространяются в вакууме с одинаковой скоростью, равной $3 \cdot 10^8$ м/с
- Все излучения обнаруживают общие волновые свойства (отражение, преломление, интерференцию, дифракцию, поляризацию)

3. качественные задачи:

1. Каким образом ориентируются змеи в темноте? Удивительным органом обладают змеи. Это - две ямки на голове, внешне напоминающие вторую пару ноздрей. Когда биологи занялись их изучением, оказалось, что это исключительно чувствительный орган, при помощи которого гремучая змея "видит" инфракрасные лучи. А зоркость такова, что змея улавливает разницу в тысячную долю градуса. Достаточно появиться ночью полевой мыши на расстоянии в 200 метрах от змеи, и ее чувствительный прибор подскажет присутствие мыши.
2. Каково воздействие ультрафиолетовых лучей на человека? В ткани организма ультрафиолет проникает на глубину от 0,1 до 1 мм, но вызывают при этом химическую реакцию, следствием которой является покраснение кожи. Биологическое действие зависит от длины волны. Волны длиной от 400 до 350 нм отличаются укрепляющим, закаливающим действием на организм. Поэтому эти волны используются в оздоровительных целях. Излучения с длиной волны от 315 до 280 нм используют в лечебных целях (в основном для людей которые живут на севере). Волны длиной 280-200 нм убивают бактерий, поэтому это излучение используют для дезинфекции.
3. Не так давно датская фирма "Лего" стала добавлять в свою продукцию сульфат бария, хорошо заметный в рентгеновских лучах. Для чего? Чтобы при рентгеновском исследовании обнаружить игрушку, проглоченную малышом.
4. Как используют ультрафиолет для определения качества продуктов? Некоторые продукты под действием ультрафиолетовых лучей люминесцируют в затемненном помещении разным цветом (с.205 А.И.Семке Нестандартные задачи по физике)

4.Тест

1. Инфракрасное излучение имеет длину волны:

- А. Менше $4 \cdot 10^{-7}$ м.
- Б. Больше $7,6 \cdot 10^{-7}$ м
- В. Менше 10^{-8} м

2. Ультрафиолетовое излучение:

- А. Возникает при резком торможении быстрых электронов.
- Б. Интенсивно испускается нагретыми до высокой температуры телами.
- В. Испускается любым нагретым телом.

3. Каков диапазон длин волн видимого излучения?

- А. $4 \cdot 10^{-7}$ - $7,5 \cdot 10^{-7}$ м.
- Б. $4 \cdot 10^{-7}$ - $7,5 \cdot 10^{-7}$ см.
- В. $4 \cdot 10^{-7}$ - $7,5 \cdot 10^{-7}$ мм.

4. Наибольшую проникающую способность имеет:

- А. Видимое излучение
- Б. Ультрафиолетовое излучение
- В. Рентгеновское излучение

5. Изображение предмета в темноте получают при помощи:

- А. Ультрафиолетового излучения.
- Б. Рентгеновского излучения.
- В. Инфракрасного излучения.

6. Кем впервые было открыто γ -излучение?

- А. Рентгеном

Б. Вилларом

В. Юнгом

7. С какой скоростью распространяется инфракрасное излучение?

А. Больше чем $3 \cdot 10^8$ м/с

Б. Меньше чем $3 \cdot 10^8$ м/с

В. $3 \cdot 10^8$ м/с

8. Рентгеновское излучение:

А. Возникает при резком торможении быстрых электронов

Б. Испускается твердыми телами, нагретыми до большой температуры

В. Испускается любым нагретым телом

9. Какие излучения используются в медицине?

1. Инфракрасное излучение

2. Ультрафиолетовое излучение

3. Видимое излучение

4. Рентгеновское излучение

А. 1,2,4 Б. 1,3 В. Все излучения

10. Обычное стекло практически не пропускает:

А. Видимое излучение.

Б. Ультрафиолетовое излучение.

В. Инфракрасное излучение

Правильные ответы:

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	Б	Б	А	Б	Б	Б	В	А	В	Б

Практическая работа № 10

Тема: Фотоэффект

Цель: повторить законы фотоэффекта, уметь решать задачи на использование формулы Эйнштейна.

Краткая теория:

Фотоэффектом (внешним) называется явление испускания веществом электронов под действием света. Фотоэффект был открыт Генрихом Герцем в 1887 году. Первые экспериментальные исследования фотоэффекта были проведены русским ученым Столетовым. В evacuated баллон помещены два электрода – анод А и катод К. При освещении катода ультрафиолетовыми лучами (через кварцевое окошко) из него вырываются фотоэлектроны и перемещаются под действием электрического поля к аноду. Изменяя напряжение между анодом и катодом с помощью потенциометра П можно получить зависимость силы фототока от напряжения – вольт-амперную характеристику (ВАХ).

Законы фотоэффекта:

Первый закон Максимальная скорость фотоэлектронов не зависит от интенсивности падающего излучения, а зависит только от его частоты. С увеличением частоты фотоэлектронов возрастает. **Число электронов, выбиваемых за 1с из вещества пропорционально интенсивности света, падающего на вещество.**

Второй закон. Кинетическая энергия фотоэлектронов не зависит от интенсивности падающего света, а зависит от его частоты. Если к освещенному электроду подключить положительный полюс батареи, то при некотором U фототок прекратится. Это явление не зависит от величины светового потока.

По закону сохранения энергии: $mv^2/2 = U_{\text{з.е.}}$

Кинетическая энергия фотоэлектронов линейно возрастает с частотой света.

Третий закон. Для каждого металла существует красная граница фотоэффекта – предельная наименьшая частота ν_{min} (или наибольшая длина волны λ_{max}), при которой еще возможен фотоэффект. Частоту ν_{min} называют **красной границей фотоэффекта**.

При меньшей частоте ни при какой интенсивности волны падающего света на фотокатод фотоэффект не произойдет.

Четвертый закон.

Фотоэффект практически безынерционен. ($t = 10^{-9}\text{с}$)

11. Теория фотоэффекта.

Эйнштейн, развив теорию Планка (1905) показал, что законы фотоэффекта могут быть объяснены при помощи квантовой теории.

Явление фотоэффекта экспериментально доказывает **свет имеет прерывистую структуру.**

Излученная порция $E = h\nu$ сохраняет свою индивидуальность и поглощается веществом только целиком.

На основании закона сохранения энергии: $h\nu = A + mv^2/2$ – уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

Не все кванты энергии падающего излучения поглощаются электронами. Из тысячи поглощенных квантов энергии в среднем лишь один вызывает фотоэффект, оставшаяся часть энергии излучения идет на нагревание металла.

12. Из уравнения Эйнштейна следует, что для наблюдения фотоэффекта необходимо, чтобы энергия кванта была хотя бы равна работе выхода, иначе нельзя вырвать электрон из металла, то есть $h\nu_{\text{min}} = A_{\text{вых}}$. **Отсюда**

$$\nu_{\text{min}} = A_{\text{вых}} / h.$$

Это и есть красная граница фотоэффекта.

13. Фотон – это элементарная частица, энергия которой $h\nu$. Из формулы теории относительности $E = mc^2$, можно найти массу фотона $mc^2 = h\nu$.
 $m = h\nu / c^2$.

Фотон не обладает **массой покоя**. Фотон **существует только в движении** со скоростью c .

Импульс фотона равен $p = h/\lambda$. Направление импульса фотона совпадает с направлением распространения света, которое характеризуется волновым вектором k , его численное значение определяется выражением $k = 2\pi/\lambda$.

14. Внутренний фотоэффект – явление увеличения концентрации свободных зарядов в полупроводнике (электронов и дырок) под действием облучения.

Используя табличные данные определить:

1. Импульс, массу, энергию фотона для _____ цвета
2. Определить длину волны электрона для _____ металла, если скорость _____
3. Определить работу выхода при частоте _____ и напряжении _____ В

4. Определить скорость вырывания электронов для _____ металла для _____ цвета

5. Определить напряжение для _____ металла для _____ цвета

Красный	Оранжевый	Жёлтый	Зелёный	Голубой	Синий	Фиолетовый	Цвет
625—740	590—625	565—590	500—565	485—500	440—485	380—440	Диапазон длин волн, нм
480—400	510—480	530—510	600—530	620—600	680—620	790—680	Диапазон частот, ТГц

Работа выхода электронов из металлов

скорость

Скорости Металл

W, эВ

Алюминий	4,25
Вольфрам	4,54
Железо	4,31
Медь	4,4
Никель	4,5
Олово	4,39
Платина	5,32
Серебро	4,3
Цинк	4,24

	М\с
1.	1.6*106
2.	2*106
3.	2.2*106
4.	2.6*106
5.	2.1*106
6.	1.8*106
7.	2.5*106
	напряжение
1.	2В
2.	5 В
3.	2.5В
4.	4В
5.	3В
6.	1.8В
7.	4.5 В

Например:

№	цвет	Работа выхода	скорость	напряжени е	Длин а волн ы	частот а
1	красный	алюмини я	1.6*106	2В	625н м	480ТГ ц

Практическая работа №11

Тема: Строение и происхождение Солнечной системы (гипотеза О. Ю. Шмидта)

Вселенная настолько грандиозна, что в ней почетно играть даже скромную роль

Х а р л о у Ш е п л и

Законспектировать основные моменты гипотезы О.Ю.Шмидта о происхождении Солнечной системы

Часть 1: Космогония

Космогония — наука, изучающая происхождение и развитие небесных тел, например планет и их спутников, Солнца, звёзд, галактик. Астрономы наблюдают космические тела на различной стадии развития, образовавшиеся недавно и в далёком прошлом, быстро «стареющие» или почти «застывшие» в своём развитии. Сопоставляя многочисленные данные наблюдений с физическими процессами, которые могут происходить при различных условиях в космическом пространстве, учёные пытаются объяснить, как возникают небесные тела. Единой, завершённой теории образования звёзд, планет или галактик пока не существует. Проблемы, с которыми столкнулись учёные, подчас трудно разрешимы. Решение вопроса о происхождении Земли и Солнечной системы в целом значительно затрудняется тем, что других подобных систем мы пока не наблюдаем. Нашу солнечную систему не с чем пока ещё сравнивать, хотя системы, подобные ей, должны быть достаточно распространены и их возникновение должно быть не случайным, а закономерным явлением

В настоящее время при проверке той или иной гипотезы о происхождении Солнечной системы в значительной мере основывается на данных о химическом составе и возрасте пород Земли и других тел Солнечной системы. Наиболее точный метод определения возраста пород состоит в подсчёте отношения количества радиоактивного урана к количеству свинца, находящегося в данной породе. Скорость этого процесса известна точно, и её нельзя изменить никакими способами. Самые древние горные породы имеют возраст несколько миллиардов лет. Земля в целом, очевидно, возникла несколько раньше, чем земная кора.

В середине XVIII века немецкий философ И. Кант предложил свою теорию образования Солнечной системы, основанную на законе всемирного тяготения. Она предполагала возникновение Солнечной системы из облака холодных пылинок, находящихся в беспорядочном хаотическом движении. В 1796 году французский учёный П. Лаплас подробно описал гипотезу образования Солнца и планет из уже вращающейся газовой туманности. Лаплас учёл основные характерные черты Солнечной системы, которые должна была объяснить любая гипотеза о её происхождении. В данный период наиболее разработанной является гипотеза О. Ю. Шмидта, разработанная в середине века.

Часть 2: Туманность

Давайте перенесемся в далекое прошлое, примерно на 7 миллиардов лет назад. Современная наука, как говорят ученые, с достаточной степенью вероятности позволяет нам представить происходившие тогда события. Одним словом мы «висим» в космосе и наблюдаем за жизнью одной из газово-пылевых, водородно-гелиевых (с примесью тяжелых элементов) туманностей. Той, которая в будущем даст начало нашей Солнечной системе, Солнцу, Земле и нам с вами. Туманность темна и непрозрачна, как дым. Зловещей невидимкой медленно ползет она на фоне чёрной бездны, и о ее рваных, размытых очертаниях можно только догадываться по тому, как постепенно тускнеют и гаснут за ней далекие звезды. Через некоторое время мы обнаруживаем, что туманность медленно поворачивается вокруг своего центра, еле заметно вращается. Мы замечаем так же, что она постепенно сжигается, сжимается, очевидно уплотняясь при этом. Действует тяготение, собирая к центру частицы туманности. Вращение туманности при этом ускоряется. Если вы хотите понять механику этого явления, вспомните простой земной пример — вращающегося на льду спортсмена-фигуриста. Не делая никакого добавочного толчка, он ускоряет свое вращение лишь тем, что руки, до этого распахнутые в стороны, прижимает к телу. Работает «Закон сохранения количества движения». Идет время. Туманность вращается все быстрее. А от этого возникает и увеличивается центробежная сила, способная бороться с тяготением. Центробежная сила нам хорошо знакома. Она, например, «работает» в любом автобусе, когда на крутом завороте валит стоящих пассажиров. Борьба двух сил, тяготения и центробежной, начинается в туманности при ускорении её вращения. Тяготение сжимает туманность, а центробежная сила стремится раздуть её, разорвать. Но тяготение тянет частицы к центру со всех сторон одинаково. А центробежная сила отсутствует на «полюсах» туманности и сильнее всего проявляется на её «экваторе». Поэтому именно на «экваторе» она оказывается сильнее тяготения и раздувает туманность в стороны. Туманность, продолжая вращаться все быстрее, сплющивается, из шара превращается в плоскую «лепешку», похожую на спортивный диск. Наступает момент, когда на наружных краях «диска» центробежная сила уравнивает, а потом и пересиливает тяготение. Ключья туманности здесь начинают отделяться. Центральная часть её продолжает сжиматься, все ускоряя свое вращение, и от внешнего края продолжают отходить все новые и новые ключья, отдельные газопылевые облака.

Часть 3: Рождение Солнца

И вот туманность приобрела совсем другой вид. В середине величаво вращается огромное темное, чуть сплющенное облако, а вокруг него на разных расстояниях плывут по круговым орбитам, расположенным примерно в одной плоскости, оторвавшиеся от него небольшие «облака-спутники». Последим за

центральным облаком. Оно продолжает уплотняться. Но теперь с силой тяготения начинает бороться новая сила — сила газового давления. Ведь в середине облака накапливается все больше частиц вещества. Там возникает «страшная теснота» и «невероятная толчея» частиц. Они мечутся, все сильнее ударяя друг друга. На языке физиков — в центре повышаются температура и давление. Сначала там становится тепло, потом жарко. Снаружи мы этого не замечаем: облако огромно и непрозрачно. Тепло наружу не выходит. Но вот что-то внутри произошло! Облако перестало сжиматься. Могучая сила возросшего от нагрева газового давления остановила работу тяготения. Резко пахнуло нестерпимым жаром, как из жерла внезапно открывшейся печи! В глубине черной тучи стали слабо просвечивать рвущиеся наружу клубы тусклого красного пламени. Они всё ближе и ярче. Шар величаво кипит, перемешивая вырвавшийся огонь ядра с черным туманом своих окраин. Испепеляющий жар заставляет нас отпрянуть еще дальше назад. Однако, вырвавшись наружу, горячий газ ослабил противодействие тяготению. Облако снова стало сжиматься. Температура в его центре опять начала расти. Она дошла уже до сотен тысяч градусов! В этих условиях вещество не может быть даже газообразным. Атомы разваливаются на свои части. Вещество переходит в состояние плазмы. Но и плазма — бешенная толчея атомных ядер и электронов — не может выносить нагрев до бесконечности. Когда её температура поднимется выше десяти миллионов градусов, она как бы «воспламеняется». Удары частиц друг о друга становятся так сильны, что ядра атомов водорода уже не отскакивают друг от друга, как мячики, а врезаются, вдавливаются друг в друга и сливаются друг с другом. Начинается «ядерная реакция». Из каждых четырех ядер атомов водорода образуется одно ядро гелия. При этом выделяется огромная энергия. Такое вот «ядерное горение» водорода началось и в наше раскаленном шаре. Этот «пожар» теперь уже не остановить. «Плазма» разбушевалась. Газовое давление в центре заработало с удеса́теренной силой. Плазма рвется наружу, как пар из котла. С чудовищной силой она давит изнутри на внешние слои шара и приостанавливает их падение к центру.

Установилось равновесие. Плазме не удастся разорвать шар, разбросать его обрывки в стороны. А тяготению не удастся сломить давление плазмы и продолжить сжатие шара. Ослепительно светящийся бело-желтым светом шар перешел в устойчивую стадию. Он стал звездой. Стал нашим Солнцем! Теперь оно будет миллиардами лет, не меняя размера, не охлаждаясь и не перегреваясь, светить одинаково ярким бело-желтым светом. Пока внутри не выгорит весь водород. А когда он весь превратится в гелий, исчезнет «подпорка» внутри Солнца, оно сожмется. От этого температура в его недрах снова повысится. Теперь уже до сотен миллионов градусов. Но тогда

«воспламенится» гелий, превращаясь в более тяжелые элементы. И сжатие снова прекратится.

Есть в запасе у звезд еще несколько ядерных реакций, требующих для своего начала все более высоких давлений и температур. В них «варятся» ядра все более сложных и тяжелых элементов. В конце концов, все возможные реакции будут исчерпаны. Звезда сожмется, станет крохотным «белым карликом». Потом постепенно остынет, потускнеет. Наконец, погаснет совсем. Молчаливой невидимкой будет плыть в космосе «чёрный карлик» — холодная «головешка», оставшаяся от некогда бушевавшего мощного костра. Как видим из исходного материала — водорода — в недрах звезд, в ядерных реакциях синтеза «варятся» ядра атомов всех элементов. И пожалуй, можно сказать, что именно там, в недрах звезд, закладывается начало жизни. Ведь именно там возникают ядра «атома жизни» углерода. А за ними ядра атомов всех других необходимых для жизни элементов таблицы Менделеева. Не обязательно это ценное «вариво» оказывается потом похороненным в остывших «чёрных карликах». Во многих звездах, образовавшихся из более крупных сгустков туманностей, ядерное горение проходит слишком бурно. Газовое давление оказывается намного сильнее тяготения. Оно раздувает звезду, рвет её в клочья, разбрасывая во все стороны. Эти грандиозные взрывы в звездном мире иногда наблюдаются с Земли и называются вспышками «сверхновых звезд». В результате взрыва звезда рассеивается в межзвездном пространстве, обогащая его тяжелыми элементами. Это основной источник той таинственной, жизненно важной примеси, о которой мы говорили раньше. Теперь о выделении этой примеси.

Часть 4: Образование планет

Вернемся к спутникам нашего Солнца, к тем обрывкам туманности, которые оторвались от центрального сгустка под действием центробежной силы и начали кружиться вокруг него. Именно здесь создаются условия, способствующие разделению легких и тяжелых частиц туманности. Происходит нечто похожее на наш древний способ добычи золота промывкой из золотоносного песка или на провеивание зерна в молотилках. Струя воды или воздуха уносит легкие частицы, оставляя тяжелые. Облака-спутники находятся на очень разных расстояниях от Солнца. Далекие оно почти не греет. Зато в близких — его жар испаряет все способное испариться. А его ослепительный ярчайший свет, работая как своеобразный «ветер», выдувает из них все испарившееся, вообще все легкое, оставляя лишь то, что потяжелее, что «не сдвинешь с места». Поэтому здесь почти не остается легких газов — водорода и гелия, основной составляющей газопылевой туманности. Мало остается и других «летучих» веществ. Все это уносится горячим «ветром»

вдаль. В результате через некоторое время химический состав облаков-спутников становится совершенно разным. В далеких — он почти не изменился. А в тех, что кружатся вблизи источающего жар и свет Солнца, остался лишь «прокаленный» и «обдутый» материал — выделенная «драгоценная жизненно важная примесь» тяжелых элементов. Материал для создания обитаемой планеты готов. Начинается процесс превращения «материала» в «изделие», частиц туманности — в планеты.

а) Этап первый — слипание частиц.

В далеких облаках-спутниках многочисленные молекулы легких газов и редкие легкие пылинки понемногу собираются в огромные рыхлые шары малой плотности. В дальнейшем это планеты группы Юпитера. В облаках-спутниках, близких к Солнцу, тяжелые пылинки слипаются в плотные каменистые комки. Они объединяются в огромные массивные скалистые глыбы, чудовищными серыми угловатыми громадами плывущие по орбитам вокруг своей звезды. Двигаясь по разным, иногда пересекающимся орбитам, эти «астероиды», размером в десятки километров каждый, сталкиваются. Если на небольшой относительной скорости, то как бы «вдавливаются» один в другой, «нагромождаются», «налипают» один на другой. Объединяются в более крупные. Если на большой скорости, то мнут, крошат друг друга, порождая новую «мелочь», бесчисленные обломки, осколки, которые вновь проходят долгий путь объединения. Сотни миллионов лет идет этот процесс слияния мелких частиц в крупные небесные тела. По мере увеличения своих размеров они становятся все более шарообразными. Растет масса — возрастает сила тяжести на их поверхности. Верхние слои давят на внутренние. Выступающие части оказываются грузом более тяжелым и постепенно погружаются в толщу нижележащих масс, раздвигая их под собой. Те, отходя в стороны, заполняют собой впадины. Грубый «ком» постепенно сглаживается. В результате вблизи Солнца образуются несколько сравнительно небольших по размеру, но очень плотных, состоящих из очень тяжелого материала, планет земной группы. Среди них — Земля. Все они резко отличаются от планет группы Юпитера богатством химического состава, обилием тяжелых элементов, большим удельным весом. Теперь посмотрим на Землю. На звездном фоне, освещенный с одной стороны яркими солнечными лучами, плывет перед нами огромный каменный шарище. Он ещё не гладкий не ровный. Ещё торчат кое-где выступы слепивших его глыб. Ещё «читаются» не полностью заплывшие «швы» между ними. Пока это еще «грубая работа». Но вот что интересно. Уже есть атмосфера. Чуть мутноватая, очевидно, от пыли, но без облаков. Это выдавленные из недр планеты водород и гелий, которые в свое время прилипли к каменистым частицам и каким-то чудом уцелели, не были «сдуты» солнечными лучами. Первичная атмосфера Земли. Долго она не продержится.

«Не мытьем, так катаньем» Солнце уничтожит её. Легкие подвижные молекулы водорода и гелия под действием нагрева солнечными лучами будут постепенно улетучиваться в космос. Этот процесс называется «диссипацией»

б) Этап второй — разогревание.

Внутри планеты, в смеси с другими оказываются зажатými, «запертыми» радиоактивные вещества. Они отличаются тем, что непрерывно выделяют тепло, чуть заметно нагреваясь. Но в толще планеты этому теплу некуда выйти, нет вентиляции, нет омывающей влаги. Над ними — мощная «шуба» из вышележащих слоев. Тепло накапливается. От этого радиоактивного разогрева начинается размягчение всей толщи планеты. В размягченном виде вещества, в свое время хаотично, бессистемно слепившие её, начинают теперь распределяться по весу. Тяжелые постепенно опускаются, тонут к центру. Легкие выдавливаются ими, поднимаются выше, всплывают все ближе к поверхности. Постепенно планета приобретает строение, подобное теперешней нашей Земле, в центре, сжатой чудовищным весом навалившихся сверху слоев, тяжелое ядро. Оно окружено «мантией» — толстым слоем вещества полегче весом. И наконец, снаружи совсем тонкая, толщиной всего в несколько десятков километров, «кора», состоящая из наиболее легких горных пород. Радиоактивные вещества в основном содержатся в легких породах. Поэтому теперь они скопились в «коре», греют её. Основное тепло с поверхности планеты уходит в космос, от планеты «чуть повеяло теплом». А на глубине десятков километров тепло сохраняется, разогревая горные породы.

в) Этап третий — вулканическая деятельность.

В некоторых местах недра планеты накаляются докрасна. Потом даже больше. Камни плавятся, превращаются в раскаленную, светящуюся оранжево-белым светом огненную кашу — «магму». В толще коры ей тесно. В ней полно сжатых газов, которые готовы были бы взорвать, разбросать всю эту магму во все стороны огненными брызгами. Но сил для этого не хватает. Слишком крепка и тяжела окружающая и придавившая сверху кора планеты. И огненная магма, пытаясь хоть как-нибудь вырваться наверх, на свободу, нащупывает между сжимающими её глыбами слабые места, протискивается в щели, подплавляя их стенки своим жаром. И понемногу с годами, столетиями набирая силу, поднимается из глубин к поверхности планеты. И вот победа! «Канал» пробит! Сотрясая скалы, с грохотом вырывается из недр столб огня. Клубы дыма и пара вздымаются к небу. Летят вверх камни и пепел. Огненная магма, которая называется теперь «лава», выливается на поверхности планеты, растекается в стороны. Происходит извержение вулкана. Таких «пробитых изнутри дырок» на планете много. Они помогают молодой планете «бороться с

перегревом». Через них она освобождается от накопившейся огненной магмы, «выдыхает» распирающие её горячие газы — в основном углекислый газ и водяной пар, а с ними — разные примеси, такие, как метан, аммиак. Постепенно в атмосфере почти исчезли водород и гелий, и она стала состоять в основном из вулканических газов. Кислорода в ней пока нет и в помине. Для жизни эта атмосфера совершенно непригодна. Очень важно, что вулканы выбрасывают на поверхность большое количество водяного пара. Он собирается в облака. Из них на поверхность планеты льются дожди. Вода стекает в низины, накапливается. И понемногу на планете образуются озера, моря, океаны, в которых может развиваться жизнь.

Здесь надо оговориться. Из нескольких гипотез происхождения жизни наиболее распространенную, кажущуюся нам наиболее обоснованной, гипотезу самопроизвольного зарождения жизни предложил академик А. И. Опаркин.

Часть 5: Почему именно Земля?

А пока — о Земле, идеально подготовленной к тому, чтобы стать нашей колыбелью. Нам повезло. На земле совпало несколько благоприятных для жизни обстоятельств. Далеко не каждая звезда становится Солнцем, окруженным планетами. Стоило туманности медленнее вращаться, не возникла бы центробежная сила, не оторвались бы клочки от центрального сгустка, не возникли бы планеты. И плыла бы такая одинокая «бездетная» звезда в чёрной бездне, бесплодно расточая своё тепло и свет... Далеко не всякая звезда, породившая планеты, способна создать на них условия, пригодные для зарождения жизни. Для зарождения и развития жизни нужно очень много времени, миллиарды лет. Всё это время звезда должно гореть ровно, спокойно, одинаково. Тогда условия на планете будут постоянными — и жизнь сможет к ним приспособиться. А ведь звезды далеко не такие не все такие спокойные, как наше Солнце. Молодые звезды иногда вспыхивают. Волна испепеляющего жара обрушивается на окружающие планеты, сжигая, испаряя все, что способно гореть и кипеть. Жизнь на планете после такого огненного урагана, безусловно, погибнет, и на пустом голом шаре надо будет начинать все сначала. Для развития жизни нужна спокойная звезда. Наше Солнце — спокойная звезда. Но поставьте нашу Землю ближе к Солнцу, например, на место Меркурия или Венеры. От нестерпимой жары на Земле даже не смогут образоваться океаны. Вода сразу выкипит. Какая уж тут жизнь. Отодвиньте Землю дальше от Солнца, куда-нибудь в район Юпитера. Тоже жизнь не возникнет. Вода — основа жизни будет там всегда замерзшей. Нам повезло ещё в том, что орбита Земли круговая, а ведь могла быть эллиптическая. Вот представьте себе, что Земля то приближается к Солнцу так близко, что вода с её поверхности вся испаряется, то удаляется так далеко, что вода, выпав из

атмосферы обратно на Землю, промерзает насквозь. Через «комфортное» место, где температуры «в самый раз», она проносится дважды в год с такой стремительностью, что «ничего не успеть сделать». Для зарождения и развития жизни просто нет времени. Подобный жар-холод может быть не только от эллиптичности орбиты. Бывают «двойные звезды». Тогда при любой орбите планета не может всегда быть на равном расстоянии от источника тепла. То одно солнце близко, то другое, то оба далеко. Нам повезло и в смысле размера нашей планеты. Будь она меньше, например, размером с Луну, не удержать ей на себе атмосферу. А значит, и воду, склонную испаряться, переходя в атмосферу. Сколько бы вулканы не подбрасывали все новые и новые порции газов и воды, всё это быстро улетучится в космос. На Луне поэтому и нет ни атмосферы, ни воды, ни жизни. Неудобна для жизни и Земля, размером, скажем с Юпитер. Неудобна из-за слишком сильного притяжения. Такая большая «Земля» будет держать на себе слой очень густой атмосферы, содержащей к тому же водород и гелий, неблагоприятные для возникновения жизни. Толстый слой очень плотных облаков создаст на такой планете вечный мрак. А без живительных солнечных лучей какая может быть жизнь? Одним словом, когда мы глядим на небо, усыпанное звездами, не надо забывать, что, во-первых, вероятно, далеко не все звезды имеют планеты, а во-вторых, далеко не все планеты пригодны для жизни. Но... звезд в нашей галактике примерно 100 миллиардов, и уж наверное, в ней достаточно планет, похожих на Землю.