



Ph
ФИЗИКА

ЕГЭ - 2015

Некоторые задачи, решения,
ошибки учеников

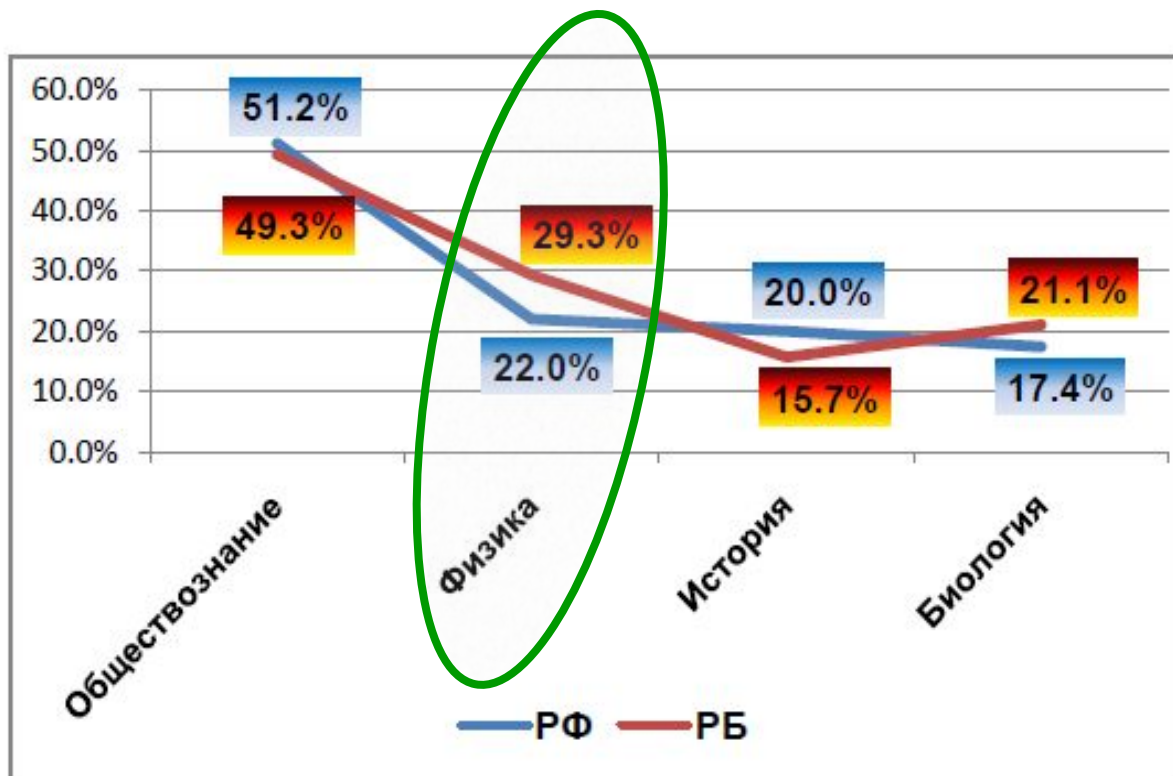
1

ЕГЭ-2015. Общие результаты

	2012 г.	2014 г.	2015
Средний тестовый балл	47,6 50,7 (РБ)	45,7 48, 4 (РБ)	51,1 53,5(по РБ)
Доля высокобалльников (81-100 баллов)	2,29% 3,8 (по РБ)	2,94%	7,2%
100-балльники	43 чел. (по РБ - нет)	139 чел. (4 ученика по РБ 100 баллов)	12 по РБ

Из 6344 выпускников республики, сдававших ЕГЭ по физике, 312 человек (4,9%) не набрали минимального количества баллов, установленных Рособрнадзором. Средний балл по Башкортостану составил 53,5. Всего 12 стобалльников, **Более 80 баллов набрали 454 человека (7,2%).**

В Российской Федерации наиболее популярными предметами по выбору, как и в прошлом году, стали: обществознание (сдавали 51,2% участников ЕГЭ); физика (22,0%); история (20,0%); биология (17,4%). Процентное соотношение наиболее часто выбираемых предметов в России и в нашей республике можно увидеть на следующей диаграмме.

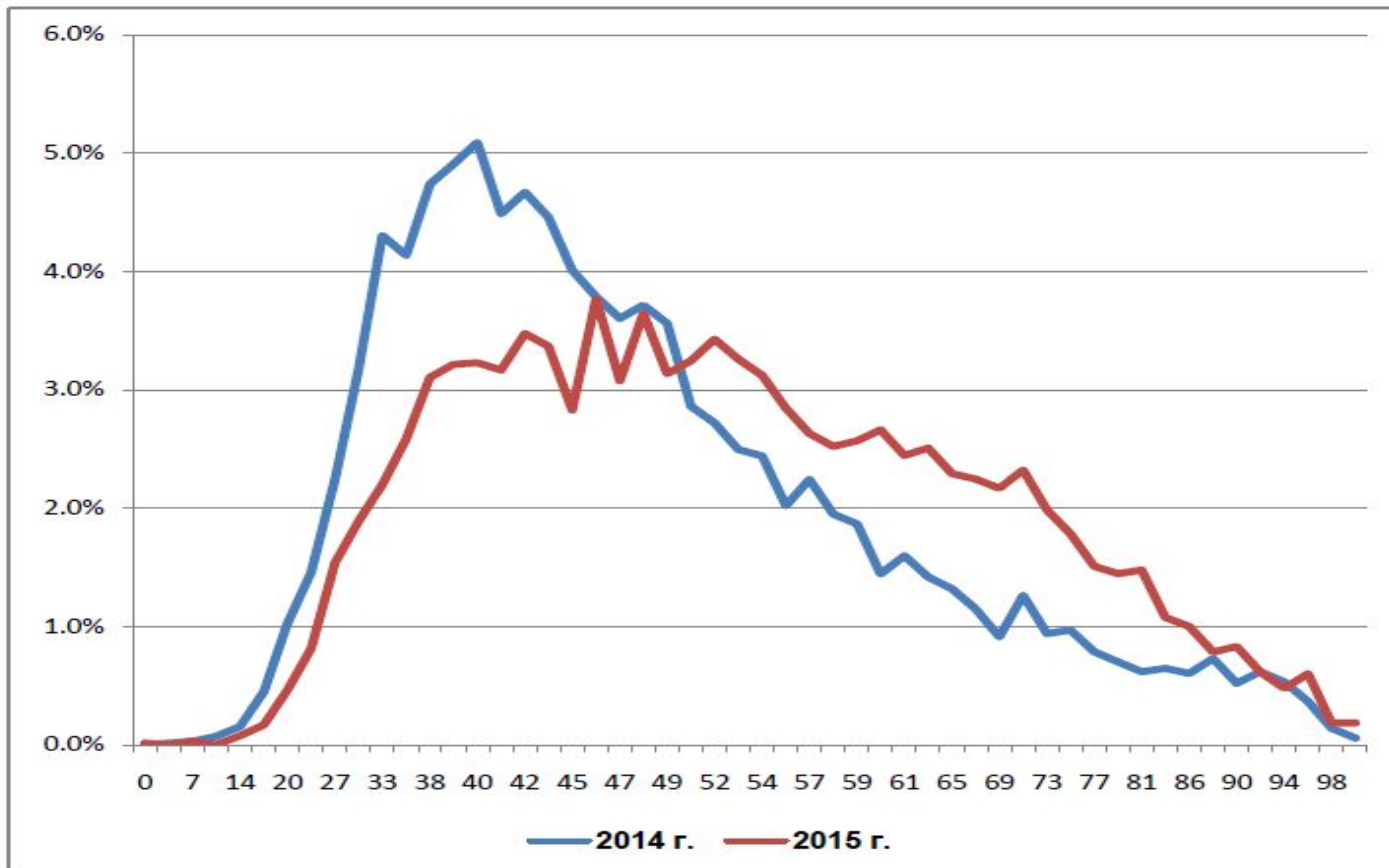


ЕГЭ – 2015 по физике

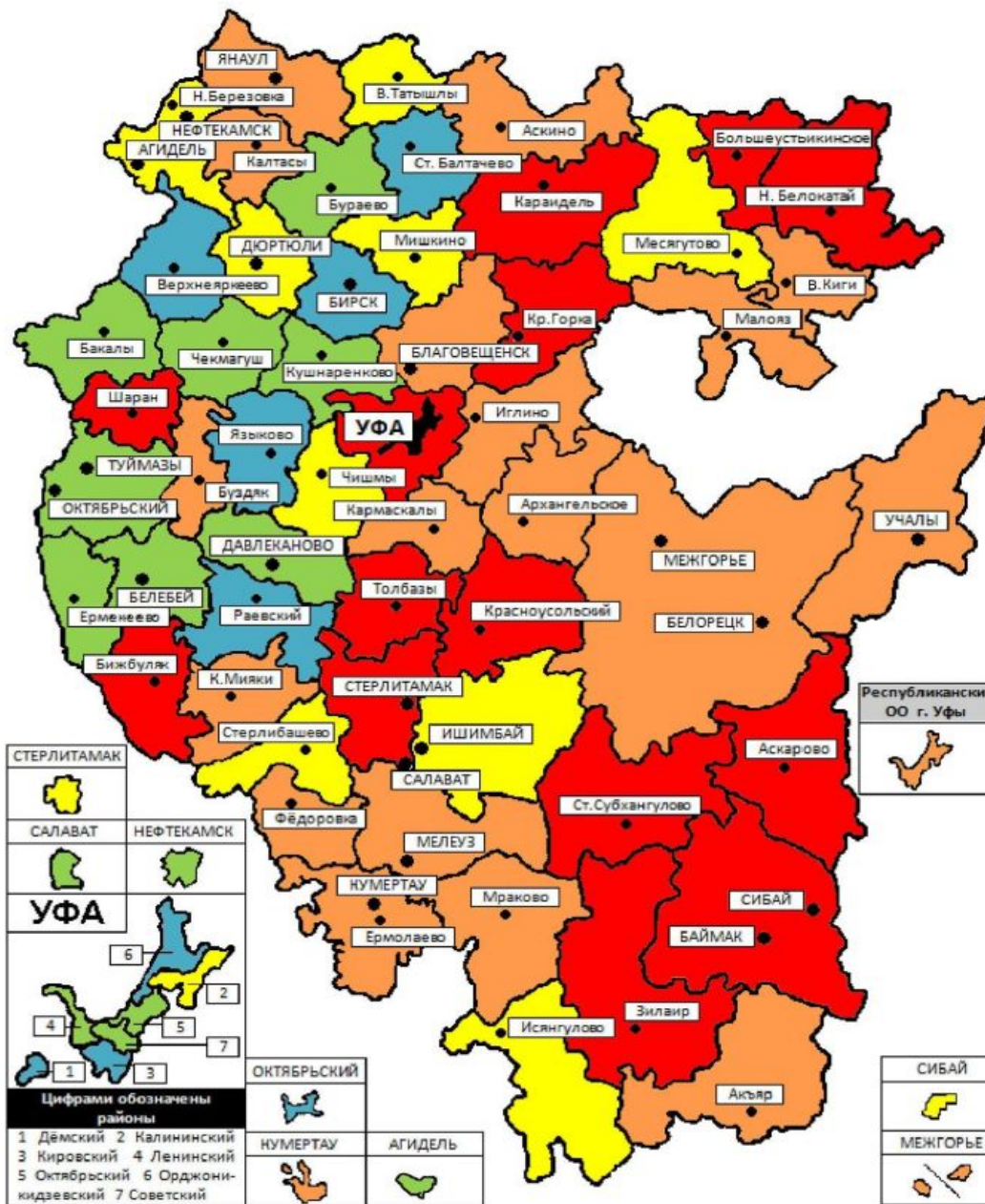
В Республике Башкортостан во всех этапах проведения ЕГЭ-2015 по физике приняли участие 6503 человека, из которых 6325 – выпускники общеобразовательных организаций текущего года; 11 – обучающихся образовательных организаций среднего профессионального образования и 167 выпускников прошлых лет.

Минимальное количество баллов ЕГЭ по физике, необходимое для поступления по программам бакалавриата и программам специалитета, в 2015 году определено 36 баллами. 325 чел. (5,0%) по республике не смогли преодолеть данный порог. В 2014 году 922 участника (12,9%) не преодолели минимальный порог (в 2013 году – 4,9%, в 2012 – 10,7%).

Средний балл, показанный всеми участниками ЕГЭ по физике, равен 53,6 баллам. Участников ЕГЭ по физике, набравших 80 баллов и более в 2015 году – 470 (7,2%), из которых 12 участников (0,2%) набрали максимальные 100 баллов. В 2014 году 344 участника (4,8%) набрали 80 баллов и выше, из них 1 участник стал «стобалльником».



Карта средних баллов ЕГЭ – 2015 по физике



СТЕРЛИТАМАК	
САЛАВАТ	НЕФТЕКАМСК
УФА	
6	2
4	5
1	3
7	
Цифрами обозначены районы	
1 Демский 2 Калининский	
3 Кировский 4 Ленинский	
5 Октябрьский 6 Орджоникидзевский 7 Советский	

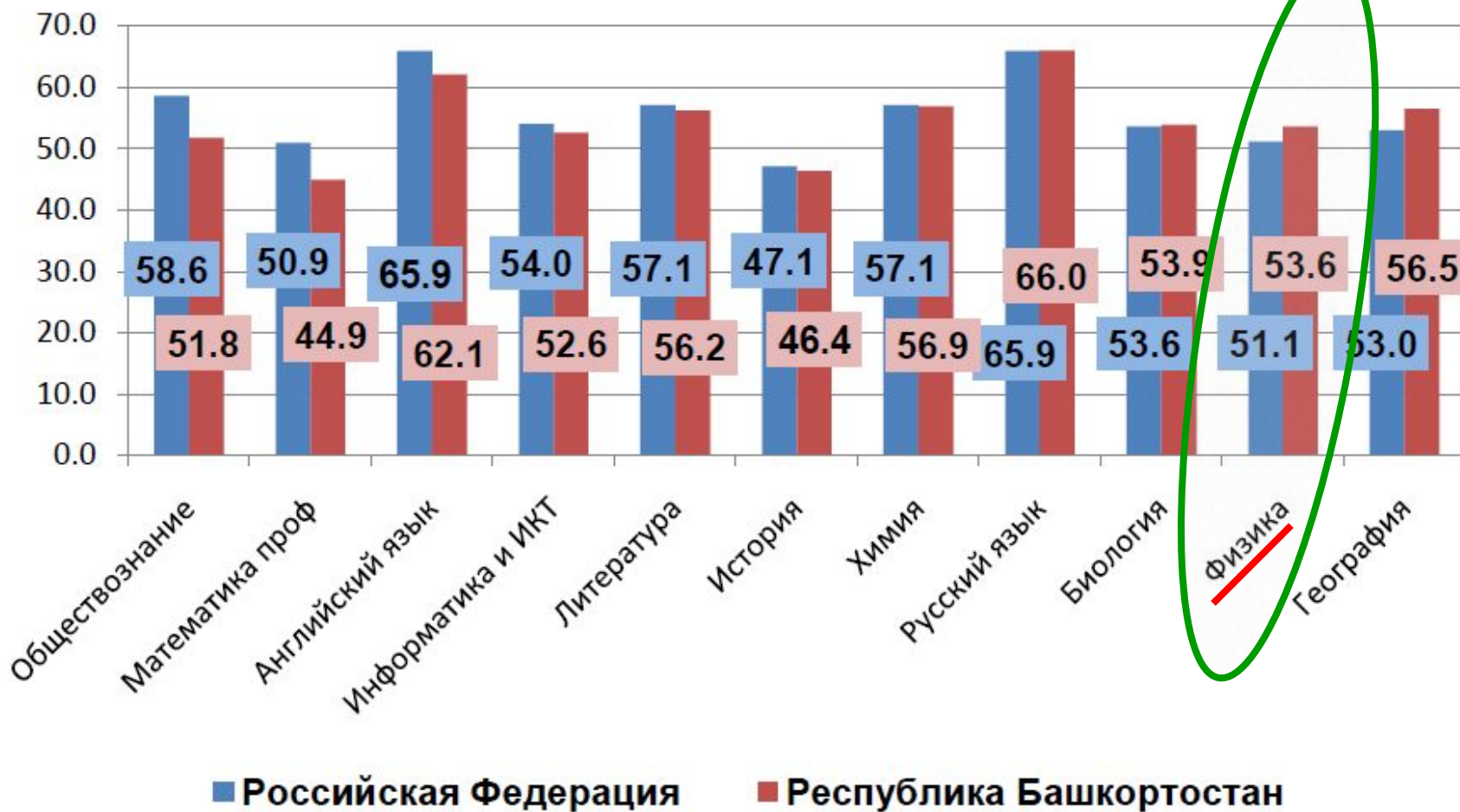
ОКТАБРЬСКИЙ	
КУМЕРТАУ	АГИДЕЛЬ

Республиканские ОО г. Уфы

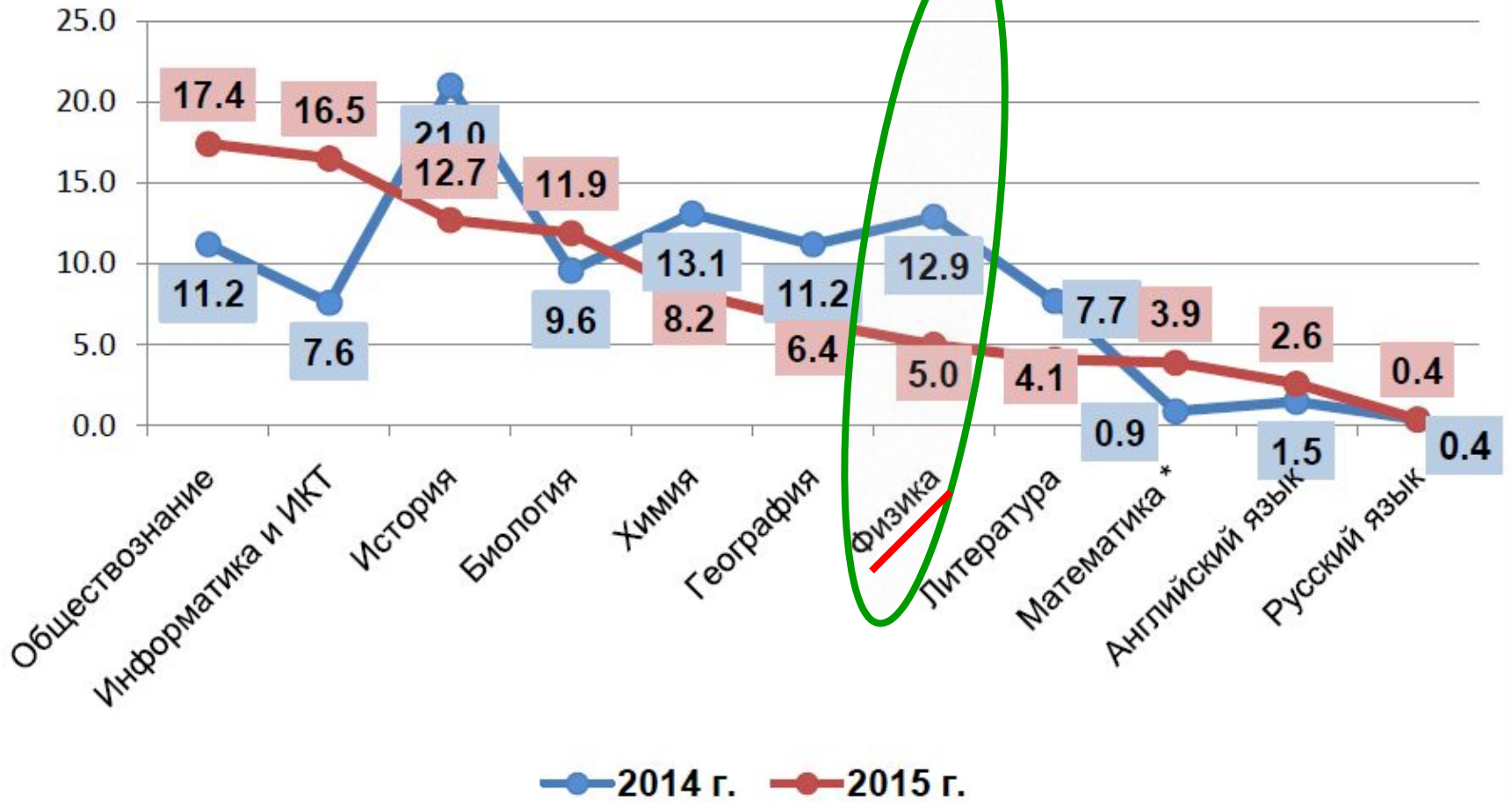
СИБАЙ
МЕЖГОРЬЕ

Высокие выше 56,9	Выше средних от 55,0 до 56,9	Средние от 52,9 до 54,9	Ниже средних от 48,0 до 52,8	Низкие ниже 48,0
----------------------	---------------------------------	----------------------------	---------------------------------	---------------------

Сопоставление средних баллов в России и Башкортостане



Доля участников ЕГЭ, не преодолевших минимальный порог



Выполнение заданий с развернутым ответом

№	Проверяемые элементы	Баллы	% получивших определенный балл
25	Механика, молекулярная физика (расчетная задача)	0	53.1
		1	46.9
26	Молекулярная физика, электродинамика (расчетная задача)	0	52.6
		1	47.4
27	Электродинамика, квантовая физика (расчетная задача)	0	32.8
		1	67.2

По мнению экспертной комиссии РПК РБ по физике задачи с развернутым ответом (28-32) в 2015г. были по шкале «сложности» менее трудными, по сравнению с задачами группы С прошлого года. Однако, первые три задачи (28-30) участниками ЕГЭ-2015 были выполнены (полностью решены) хуже аналогичного типа задач прошлогодними выпускниками, а последние две задачи намного лучше.

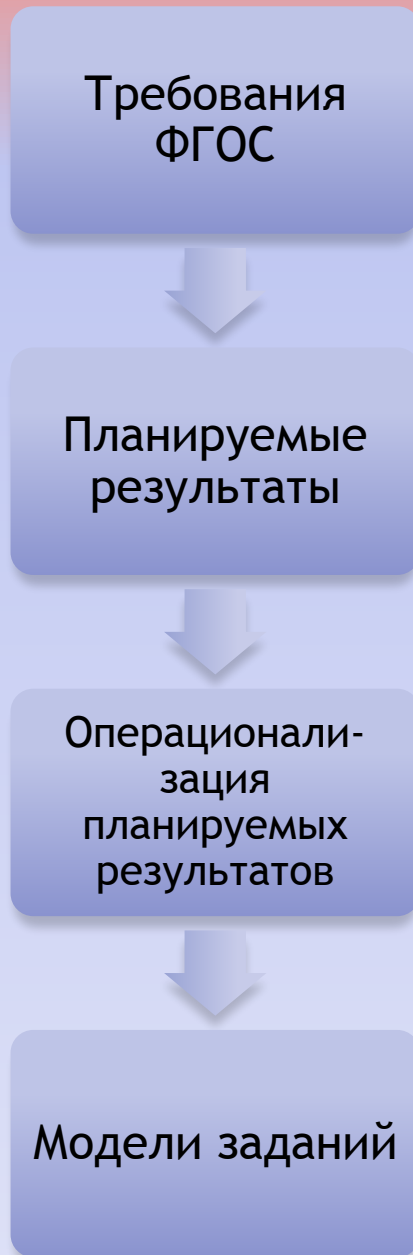
Система оценки в соответствии с ФГОС (Требования к составлению и оценке контрольно-измерительных материалов ЕГЭ согласно ФГОС)

ФГОС:

- системно-деятельностный подход → ○ Оценка учебных достижений на деятельностной основе
- комплексный подход → ○ Оценка как предметных, так и метапредметных результатов
- уровневый подход → ○ Уровневый подход к содержанию оценки и интерпретации результатов

- Изменение требований к оценке → ○ Изменение контрольно-оценочной деятельности учителя

Деятельностный подход



Основа для кодификатора -
планируемые результаты

Предмет оценки —
способность к решению
учебных задач

Кодификатор ЕГЭ

Раздел 1. Планируемые	результаты обучения, предметные результаты освоения
До 2014 года	С 2014 года
<p>Модель идеального газа</p> <p>Связь между давлением и средней кинетической энергией теплового движения молекул идеального газа</p> <p>Абсолютная температура</p> <p>Связь температуры газа со средней кинетической энергией его частиц</p> <p>Уравнение $p = nkT$</p>	<p>Модель идеального газа в МКТ: частицы газа движутся хаотически и не взаимодействуют друг с другом</p> <p>Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ): $p = \frac{1}{3} m_0 n \langle v^2 \rangle = \frac{2}{3} m \left\langle \frac{m_0 v^2}{2} \right\rangle = \frac{2}{3} n \langle \varepsilon_{\text{пост}} \rangle$</p> <p>Абсолютная температура: $T = t + 273K$</p> <p>Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его частиц:</p> <p>Модель идеального газа в термодинамике: $\langle \varepsilon_{\text{пост}} \rangle = \left\langle \frac{m_0 v^2}{2} \right\rangle = \frac{3}{2} kT;$</p> <p>Выражение для внутренней энергии</p> <p>Уравнение Менделеева-Клапейрона</p> <p>Уравнение Менделеева–Клапейрона (применимые формы записи): $pV = \frac{m}{\mu} RT = \nu RT = NkT; \quad p = \frac{\rho}{\mu} RT,$</p> <p>Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа (применимые формы записи): $U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} RT = \frac{3}{2} NkT = \nu c_V T$</p>

08.12.2015

Раздел 2. Требования к уровню подготовки выпускника

До 2014 года

1 Знать/Понимать:
смысл физических понятий:
физическое явление, физическая величина, модель, гипотеза, физический закон, теория, принцип, постулат, пространство, время, вещество, взаимодействие, инерциальная система отсчета, материальная точка, идеальный газ, э/м поле, резонанс, э/м колебания, э/м волна, квант, волна, фотон, атом, атомное ядро, ионизирующие излучения, дефект массы, энергия связи, радиоактивность;

1.2 смысл физических величин:
путь, перемещение, скорость, ускорение, масса, плотность, сила, давление, импульс и т.д.,

1.3 смысл физических законов, принципов, постулатов:
принципы суперпозиции и относительности, закон Паскаля, закон Архимеда и т.д.

С 2014 года

Знать/Понимать:
1. смысл физических понятий, физических величин, законов, принципов, постулатов
2 Уметь: описывать и объяснять: физические явления, физические явления и свойства тел; результаты экспериментов, описывать фундаментальные опыты, оказавшие существенное влияние на развитие физики, приводить примеры практического применения физических знаний, законов физики; определять характер физического процесса по графику, таблице, формуле;
3. Отличать гипотезы от научных теорий; делать выводы на основе опытных данных; приводить примеры, показывающие, что: наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность **объяснять** известные явления природы и научные факты, **предсказывать** еще не известные явления и их особенности; при объяснении природных явлений используются **физические модели**; один и тот же природный объект или явление можно исследовать на основе использования **разных моделей**; законы физики и физические теории имеют свои определенные **границы применимости**

Операционализация ПР

Отличать гипотезы от научных теорий

Умения, характеризующие достижение планируемого результата:

- 1. объяснять научные факты,*
- 2. предсказывать явления и их особенности,*
- 3. использовать физические модели,*
- 4. определять границы применимости законов и теорий*

Операционализация ПР

4. Понимание текстов физического содержания (ОГЭ)

Умения, характеризующие достижение этого результата

4.1 Понимание смысла использованных в тексте физических терминов

4.2 Умение отвечать на прямые вопросы к содержанию текста.

4.3 Умение отвечать на вопросы, требующие сопоставления информации из разных частей текста

4.4 Умение использовать информацию из текста в измененной ситуации

4.5 Умение переводить информацию из одной знаковой системы в другую

Вопросы к тексту «Гром и молния»

16. Для того чтобы оценить, приближается к нам гроза или нет, необходимо измерить

- 1) время, соответствующее паузе между вспышкой молнии и сопровождающими её раскатами грома 2) время между двумя вспышками молнии
3) время двух последовательных пауз между вспышками молнии и сопровождающими их раскатами грома 4) время, соответствующее длительности раската грома

Ответ:

17. Какое(-ие) утверждение(-я) справедливо(-ы)?

А. Громкость звука всегда ослабевает в конце громовых раскатов.

Б. Измеряемый интервал времени между молнией и сопровождающим её громовым раскатом никогда не бывает более 1 мин.

- 1) только А 2) только Б 3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

Ответ:

18. Как направлен (сверху вниз или снизу вверх) электрический ток разряда внутриоблачной молнии при механизме электризации, описанном в тексте?

Ответ поясните.

Планируемые результаты освоения:

- Усвоение понятийного аппарат физической теории,**
- Решение задач,**
- Методологические знания,**
- Применение теории в объяснении технологических процессов, технических устройств,**
- Применение знаний в жизни и быту**

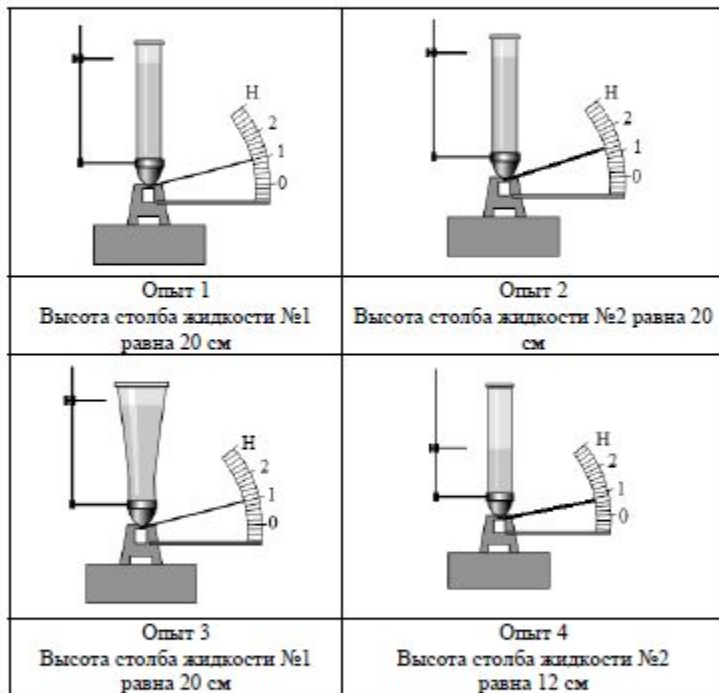
Основные направления разработки моделей заданий

- Использование групп заданий, построенных на одном контексте*
- Расширение моделей заданий по проверке методологических умений*
- Использование заданий, построенных на практико-ориентированных ситуациях*
- Модели заданий на применение информации из текста и имеющегося запаса знаний*
- Изменение критериев оценивания (в соответствии с новыми ПРО*

Расширение моделей заданий по проверке методологических умений, ОГЭ

Прочитайте текст и выполните задания 16-18.

Учитель провёл опыты с прибором, предложенным Паскалем. В сосуды, дно которых имеет одинаковую площадь (5 см^2) и затянута одинаковой резиновой плёнкой, наливается жидкость. Дно сосудов при этом прогибается, и его движение передаётся стрелке динамометра. Отклонение стрелки характеризует силу, с которой жидкость давит на дно сосуда.



16 Какие из представленных опытов позволяют проверить гипотезу о том, что гидростатическое давление жидкости зависит от плотности жидкости?

- 1) опыт 1 и опыт 2
- 2) опыт 2 и опыт 4
- 3) опыт 1 и опыт 3
- 4) опыт 2 и опыт 3

Ответ:

17 Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведённых опытов 1 и 3. Укажите их номера.

- 1) При увеличении высоты столба жидкости её давление на дно сосуда увеличивается.
- 2) Сила давления воды на дно сосудов в рассматриваемых опытах одинакова.
- 3) Давление, создаваемое жидкостью на дно сосуда, зависит от плотности жидкости.
- 4) Сила давления жидкости на дно сосуда зависит от площади дна сосуда.
- 5) Давление, создаваемое жидкостью на дно сосуда, не зависит от формы сосуда.

Ответ:

18 Какие из указанных в таблице жидкостей могли дать результаты, полученные в опыте №1? Погрешность измерения динамометра в приборе Паскаля равна половине цены деления.

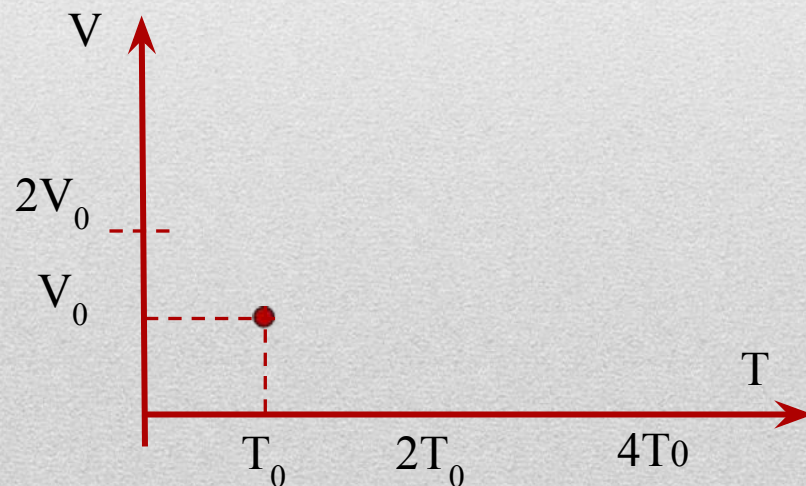
№ жидкости	Название жидкости	Плотность жидкости, кг/м^3
1	глицерин	1260
2	раствор соли	1130
3	молоко	1030
4	вода	1000
5	масло машинное	900
6	спирт	800
7	бензин	710

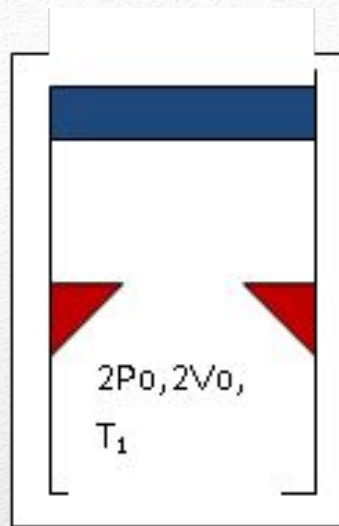
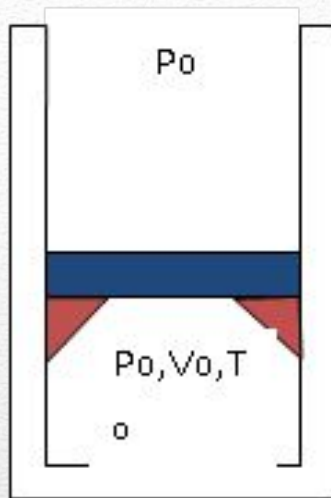
В ответе запишите номера выбранных веществ, не разделяя их запятыми.

Ответ: _____.

Основной этап. 28 (С1)

В теплоизолированном сосуде находится поршень, который упирается на неподвижные уступы. Внутри сосуда под поршнем и снаружи давление атмосферное. На графике состояние газа обозначено точкой. При нагревании газа поршень поднялся и газ занял состояние с $2p_0$ и $2V_0$. Начертить график процесса





Ответ: при $T_0 < T < 2T_0$ - процесс
 изохорный
 при $2T_0 < T < 4T_0$ - процесс
 изобарный

Решение.

При упоре сила тяжести поршня уравнивается реакцией опоры, поэтому можно считать, что он не оказывает давления на газ, только на опору. Поэтому внутри и снаружи давления одинаковые. При нагревании газа его давление p' увеличивается, а реакция опоры уменьшается: $N + p'S = p_0S + mg$. Объем при этом остается постоянной до температуры $2T_0$. При отрыве $N = 0$, давление равно $2p_0$. Затем происходит свободное расширение, то есть при постоянном давлении до температуры $4T_0$.

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{2p_0 2V_0}{T} \quad (\text{см. график})$$

$$T = 4T_0$$

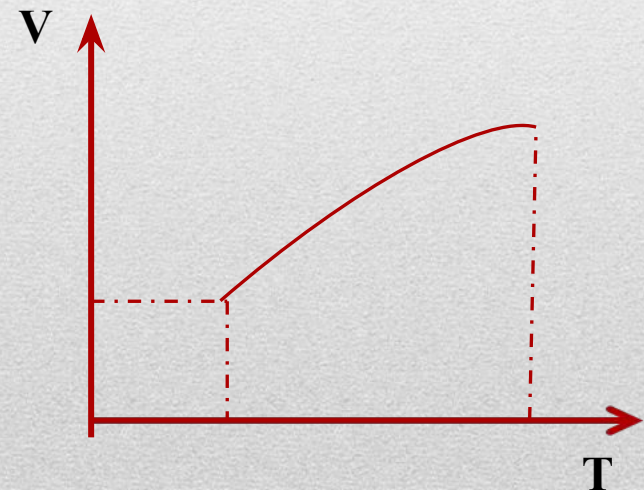
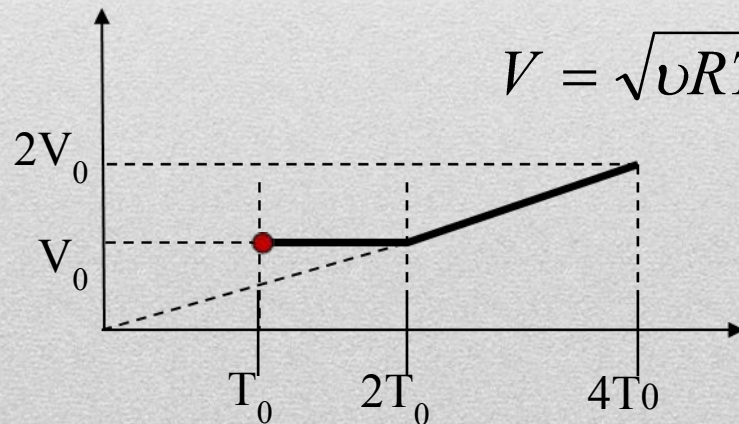
Ошибки

1. Трудно представить физическую суть процессов. Почти у всех – изобарный процесс с самого начала.
2. Не рассматриваются отдельные процессы. Некоторые пытаются построить непрерывный график функции $V=f(T)$

$$P = \alpha V,$$

$$\alpha V^2 = \nu RT /$$

$$V = \sqrt{\nu RT}$$



28 (С1) (дополнительный этап) Небольшой пустой тонкостенный цилиндрический стакан переворачивают вверх дном и погружают в глубокий водоем, удерживая ось стакана в вертикальном положении. Над поверхностью водоема находится воздух. Затем стакан медленно погружают (поднимают) с поверхности на глубину. Как будет изменяться при этом модуль выталкивающей силы, действующей на стакан? Ответ поясните, указав какие явления и законы используются для объяснения. Температура воздуха над поверхностью воздуха и воздуха в стакане, воды в водоеме считать одинаковой и постоянной. (Задача обратная «картезианскому водолазу»)

23

Ответ: при погружении стакана в водоем увеличивается давление воды $p = \rho gh$, которое по закону Паскаля передается воздуху в стакане. Процесс изотермический, поэтому объем воздуха уменьшается по закону Бойля-Мариотта: $p_1 V_1 = (p_1 + \rho gh) V_2$. На стакан действует сила тяжести и выталкивающая сила, равная $F_a = \rho g V$. При уменьшении объема воздуха, уменьшается и выталкивающая сила.

Ошибки

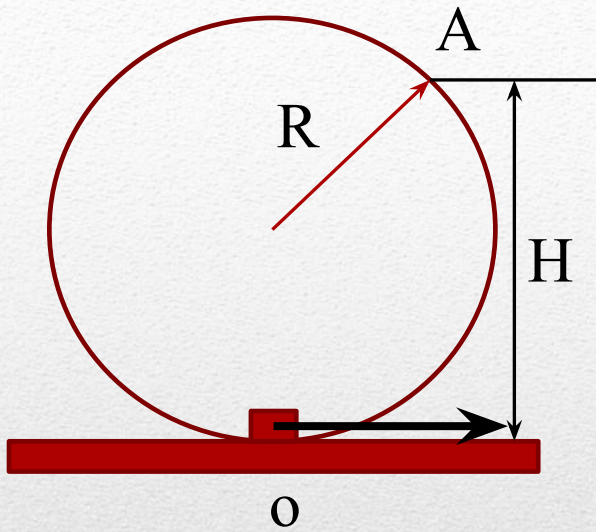
1. Ученики плохо знают причину возникновения выталкивающей силы. Отсюда ошибки:

«Действует выталкивающая сила и сила Архимеда».

«Действует сила давления воды и архимедова сила»,

2. Неверно определяют причину изменения архимедовой силы: «Объем стакана постоянен, с глубиной увеличивается плотность воды, выталкивающая сила тоже увеличивается», «С глубиной увеличивается давление воды, выталкивающая сила тоже увеличивается (причина – давление, а не разность давлений на грани!)»

3. Мало работ с анализом изменения давления в водоеме, соответственно, объема воздуха в стакане.



(Дополн. этап) Небольшая шайба массой 10 г, начав движение из нижней точки закрепленного вертикального гладкого кольца радиусом 0,14 м, скользит по его внутренней поверхности. На высоте $H = 0,18$ м она отрывается от кольца и свободно падает. Какова сила реакции опоры, действующая на шайбу со стороны кольца в начале движения? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шайбу в нижней и верхней точках.

Решение

1. Определить силу реакции опоры в начальной точке по 2 з.Н

$$N = mg + mv_0^2/R$$

2. Применить 3.с.э. для точек O и A

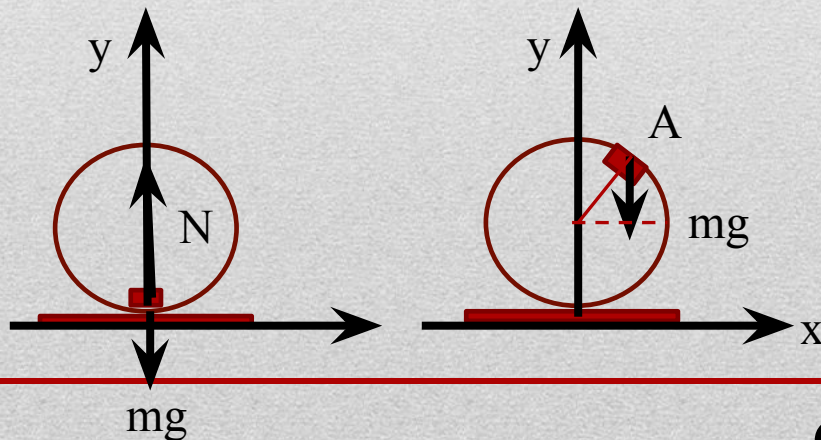
$$v_0^2 = v^2 + 2gH$$

3. Применить 2 з.Н для точки A

$$mg_x = mv^2/R; g \sin \alpha = v^2/R;$$

$$\sin \alpha = H-R/R$$

26



Ответ: $N = 3mgH/R = 0,386$ Н

08.12.2017

29. (основной этап) Шайбу массой 1 кг спускают с высоты 3 м. В точке наверху на высоте 2,5 м давление шайбы на стенку $F = 4$ Н. Определить радиус кривизны «мертвой петли».

Решение

1. Закон сохранения энергии

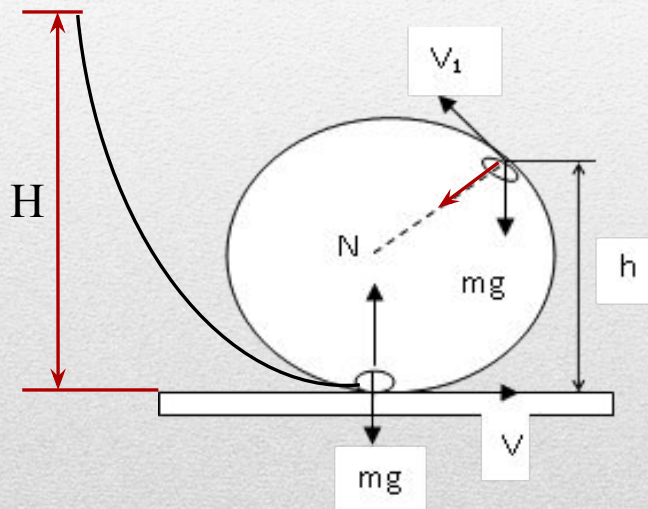
$$mgH = \frac{mv_1^2}{2} + mgh \quad v_1^2 = 2g(H - h);$$

2. 2 закон Ньютона для шайбы в координатном виде в проекции на радиус кривизны: $mg \cos \alpha + N = \frac{mv_1^2}{R}$

3 закон Ньютона: $F = N$

4. Определение $\cos \alpha$: $\cos \alpha = \frac{h - R}{R}$

5. Решение системы уравнений:



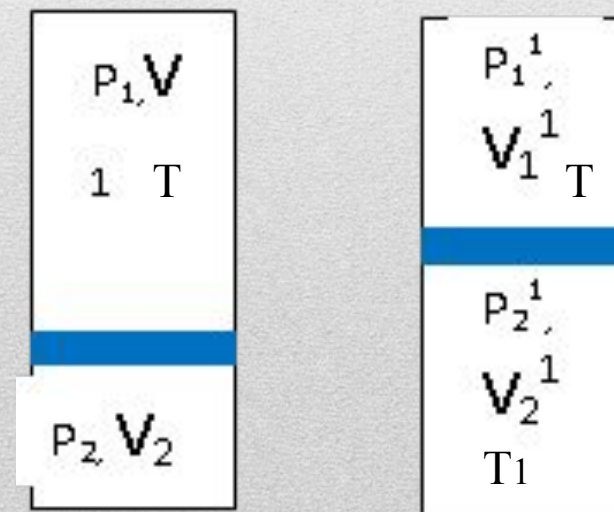
Ответ: $R = \frac{3mg - 2mg}{mg - F}$

$R = 2,5$ м

Ошибки учеников

1. Неверно определяют силы действующие на шайбу, отсюда выражения: «на шайбу действует сила тяжести, сила F , реакция опоры и центробежная (или центростремительная) силы, сила трения и сила тяги». Не умеют проецировать силы на ось Ox , направленную по ускорению, радиусу.
2. Не умеют пользоваться 3 законом Ньютона. Сила F приложена к шайбе (!).
3. Энергия – вектор (!). Зачем-то определяют скорость в нижней точке.
4. Не обращают внимания на полученный численный результат

30 (дополнительный этап). В вертикальном закрытом с обоих концов сосуде имеется легкоподвижный поршень, по обе стороны которого находится 1 моль вещества. В равновесном состоянии при температуре T объем верхней части сосуда в 2 раза больше объема нижней части. После того, как воздух в нижней части нагрели до 400 К объемы стали равными. При этом температура в верхней части осталась такой же. Определить начальную температуру воздуха в сосуде.



Решение

Можно:

1. Сравнить состояния для верхнего и нижнего сосудов в первом случае с учетом силы тяжести поршня. Тогда

$$p_1 V_1 = p_2 V_2; V_2 = \frac{V_1}{2}$$

$$p_1 + \frac{mg}{S} = p_2;$$

$$2p_1 = p_1 + \frac{mg}{S}; p_1 = \frac{mg}{S};$$

2. Сравнить состояния для верхнего и нижнего сосудов во втором случае с учетом объемов:

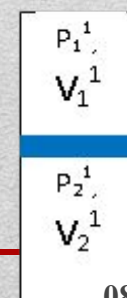
$$\frac{p'_1 V'_1}{T} = \frac{p'_2 V'_2}{T_1}; p'_1 + \frac{mg}{S} = p'_2;$$

3. Сравнить состояния для верхнего сосуда для первого и второго случаев, при которых температура постоянна. При этом учитываем его объем относительно общего объема: $V_1 = 2/3V$ и $V'_1 = 1/2V$. Получаем:

$$\frac{p'_1}{p'_1 + p_1} = \frac{T}{T_1};$$

$$p_1 V_1 = p'_2 V'_2;$$
$$p'_1 = \frac{4p_1}{3};$$

4. Рассчитать начальную температуру в сосудах:
 $T = 4T_1/7 = 299 \text{ К.}$



Ошибки учеников

1. Практически мало кто довел задачу до конца, так как длинные алгебраические действия.
2. «Легкоподвижный поршень» не означает «легкий». Не учитывали массу поршня. Отсюда незаконченность решения и ответ: начальная температура тоже 400 К.

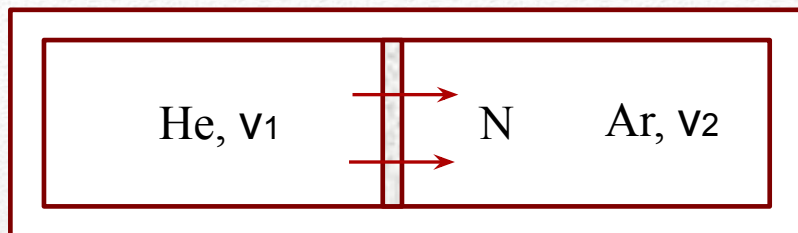


30. (Основной этап)

а) В теплоизолированном сосуде находится пористая перегородка, который делит сосуд на равные части. В начальный момент слева находится гелий в количестве 2 молей, в правом – аргон такого же количества. Газы находятся при одинаковой температуре. Пористая перегородка пропускает только гелий. Определить отношение внутренних энергий газов при установлении равновесия.

б) В теплоизолированном сосуде находится теплопроводная перегородка. Объем всего сосуда $V_0 = 2$ м³. В начальный момент слева находится гелий массой 1 кг, в правом – аргон такой же массы. Температура гелия $T_1 = 300$ К, аргона $T_2 = 600$ К.. Определить внутреннюю энергию аргона после установления равновесия.

Решения



Перегородка - не поршень. Она не может двигаться!

а) $\nu_1 = 2 \text{ моль}, \nu_1' = 1 \text{ моль}$

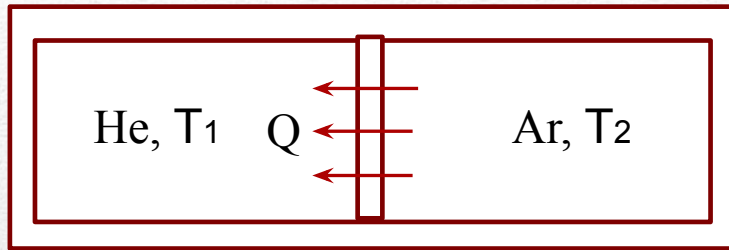
$\nu_2 = 2 \text{ моль}, \nu_2' = 3 \text{ моль};$

Отсюда, определяется отношение внутренних энергий после установления равновесия.

б) $U_1/U_2 = 1/3$

Ошибки учеников

1. Равновесие ассоциируется только с тепловым равновесием. Не представляют процесс диффузии, который приводит к равновесию по ее завершению.
2. Путаница между U и ΔU . Слова: « ΔU » увеличивается. Изображение сосудов в виде сообщающихся. Видно, что ученики ни разу не решали задачи с теплоизолированными сосудами.



Ошибки учеников

Большинство не догадались применить 1 закон термодинамики к теплоизолированному сосуду.

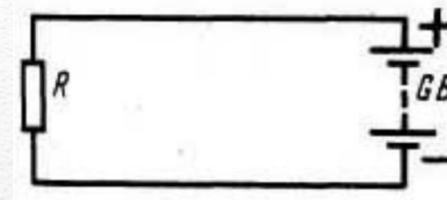
б) По условию задачи $Q = 0$, $A = 0$. По первому закону термодинамики $\Delta U = 0$. $U_1 + U_2 = U'_1 + U'_2$. Подставив значения внутренних энергий, определяем температуру теплового равновесия:

$$T = \frac{T_1 \mu_2 + T_2 \mu_1}{\mu_1 + \mu_2} \approx 327 \text{ K}$$

Определяем внутреннюю энергию аргона после установления теплового равновесия.

$$U_2 = 102 \text{ кДж}$$

31. При силе тока 1 А полезная мощность в цепи 4 Вт, при 5 А – 10 Вт. Определить ЭДС батареи.



Решение

Записывается значение полезной мощности и закон Ома для полной цепи

$$P_1 = I_1^2 R_1, \quad P_2 = I_2^2 R_2, \quad I_1 = E / R_1 + r, \quad I_2 = E / R_2 + r$$

$$\varepsilon = \frac{P_1 - \frac{I_1 P_2}{I_1}}{I_2 - I_1} = 4,5 \text{ В}$$

Ошибки учеников

1. Не все учитывали внутреннее сопротивление источника тока
2. Рисунок, приведенный в КИМ спровоцировал ошибку, что сопротивления в обоих случаях одинаково.

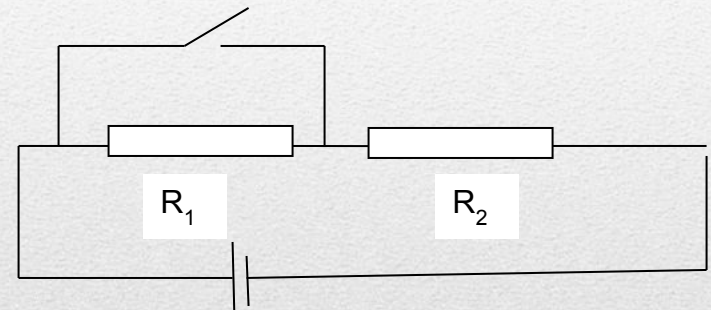
31 (дополнительный этап)

Даны мощности, выделяемые на сопротивлениях R_1 и R_2 при разомкнутом ключе, $P_1 = 2$ Вт и $P_2 = 1$ Вт. Определить, какая будет мощность P'_2 на сопротивлении 2 при замкнутом ключе. Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

Решение

1. определить мощность в цепи при замкнутом ключе

$$P'_2 = I^2 R_2 = \frac{\varepsilon^2}{R_2};$$



2. Определить мощность в цепи при разомкнутом ключе: $P = P_1 + P_2$

$$P = I^2 (R_1 + R_2) = \frac{\varepsilon^2}{R_1 + R_2};$$

$$\frac{P'_2}{P} = \frac{R_1 + R_2}{R_2}; P'_2 = P \left(\frac{R_1}{R_2} + 1 \right); \frac{R_1}{R_2} = \frac{P_1}{P_2}; \text{ Отсюда: } P'_2 = (P_1 + P_2) \left(\frac{P_1}{P_2} + 1 \right) = 9 \text{ Вт}$$

Ошибки

1. Ток один и тот же как при первом режиме, так и во втором.
2. Ключ соединен параллельно, поэтому во втором случае резисторы параллельно (?!)

32 (основной этап). На пластинку с работой выхода A падает свет с длиной волны λ , вследствие чего происходит фотоэффект.

Определить импульс фотоэлектрона.

Ошибки

1. Путаница в уравнении Эйнштейна: импульс фотоэлектрона путают с импульсом фотона, поэтому рассчитывают по формуле $p = mc$, игнорируя уравнением Эйнштейна. Кинетическую энергию электрона определяют в виде $E = mc^2/2$
2. Слаба математическая подготовка! Не умеют оперировать со степенями, например, $10^{-50} + 10^{10} = 10^{-40}$,
3. Не умеют оценивать значения физических величин, например, длину волны и скорость электрона: например, $\lambda = 10^{36}$ м, 10^{-36} м, даже длину волны измерили в кг. Скорость электрона равна или больше скорости света.
4. Зачем-то ищут красную границу фотоэффекта, чтобы выяснить, происходит ли фотоэффект, когда в задаче четко указано, что он есть.

32 (дополнительный этап)

Электрон, выбитый излучением с длиной волны 300 нм из металлической пластины с работой выхода 2 эВ, попадает в однородное магнитное поле с индукцией 10^{-3} Тл,

а) вектор его скорости составляет угол 30° с вектором индукции. С какой максимальной силой может действовать поле на электрон?

б) вектор скорости направлен перпендикулярно линиям индукции. Каково максимальное возможное ускорение электрона в магнитном поле?

Решение

1. Уравнение Эйнштейна
2. Формула для силы Лоренца
3. Максимальная сила означает подстановку максимальной скорости фотоэлектрона, а не $\cos\alpha = 1$. Ученики и не обращают внимания на слово «максимальная сила» (и правильно делают)
4. Движение по окружности, значит $F_l = ma_c$

Ошибки : 1. Силу Лоренца пишут с косинусом. Под ускорением понимают только тангенциальное ускорение!

38

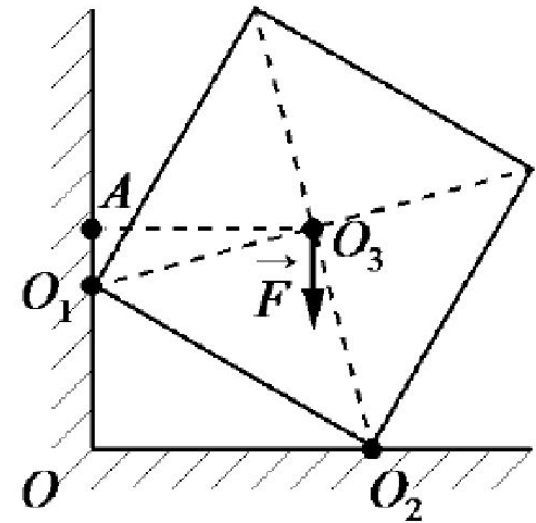
* Типичные ошибки. Математика

Пример.

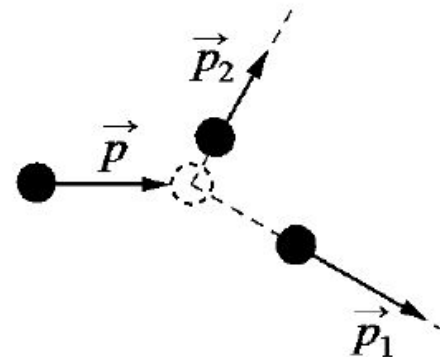
(51% выполнения)

Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы тяжести \vec{F} относительно оси, проходящей через точку O_1 перпендикулярно плоскости чертежа, равно

- 1) AO_3
- 2) 0
- 3) AO_1
- 4) O_1O_3



На неподвижный бильярдный шар налетел другой такой же шар. Налетевший шар имел до удара импульс $p = 0,5$ кг·м/с. После удара шары разлетелись под углом 90° так, что импульс одного $p_1 = 0,4$ кг·м/с (см. рисунок). Каков импульс другого шара после соударения?

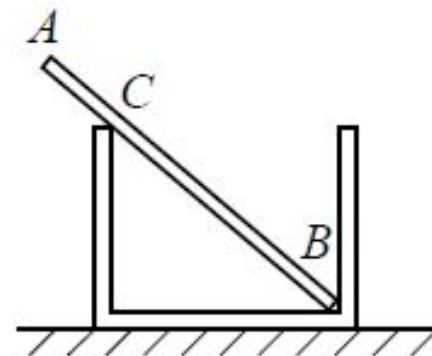


- 1) $\frac{0,5}{\sqrt{2}}$ кг · м/с
- 2) 0,3 кг · м/с
- 3) 0,1 кг · м/с
- 4) $\frac{0,4}{\sqrt{2}}$ кг · м/с

Пример.

(36% выполнения)

Однородный массивный стержень AB покоится, упираясь в стык дна и стенки банки концом B и опираясь на край банки в точке C (см. рисунок). Модуль силы, с которой стержень давит на стенку сосуда в точке C , равен $0,5$ Н. Вертикальная составляющая силы, с которой стержень давит на сосуд в точке B , равна по модулю $0,6$ Н, а её горизонтальная составляющая равна по модулю $0,3$ Н. Чему равна сила тяжести, действующая на стержень? Трением пренебречь.



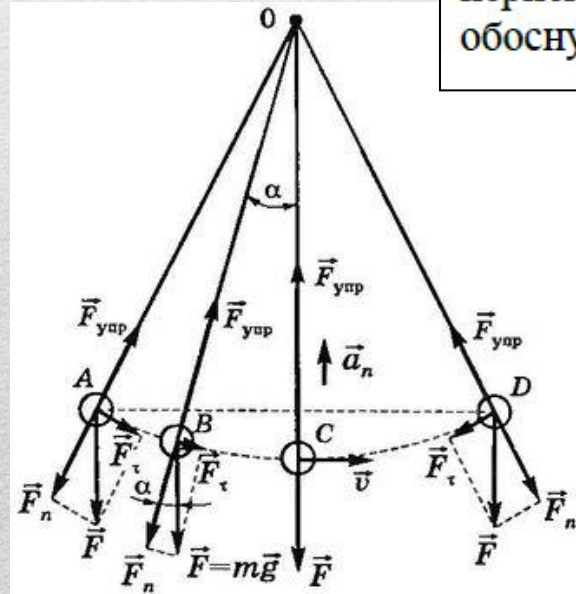
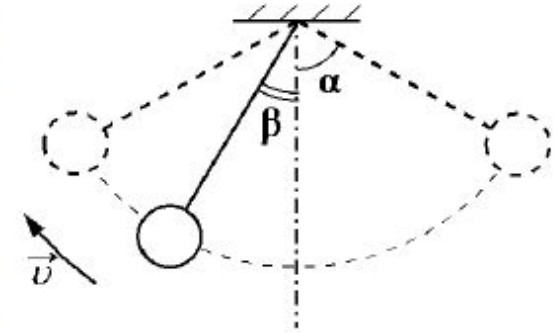
- 1) 2 Н
- 2) 1 Н
- 3) 1,33 Н
- 4) 4 Н

Пример.

(38% выполнения)

Качественная задача

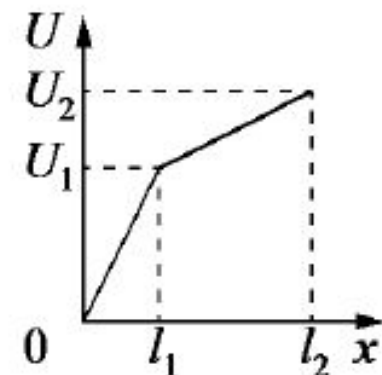
Маленький шарик, подвешенный к потолку на лёгкой нерастяжимой нити, совершает колебания в вертикальной плоскости. Максимальное отклонение нити от вертикали составляет угол $\alpha = 60^\circ$. Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к шарiku в тот момент, когда шарик движется влево-вверх, а нить образует угол $\beta = 30^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шарика (по нити, перпендикулярно нити, внутрь траектории, наружу от траектории). Ответ обоснуйте. Сопротивление воздуха не учитывать.



Пример (2 и 3 балла – 11%)

42

Нихромовый проводник длиной $l = l_2$ включён в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра всё время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния x до начала проводника. Как зависит от x площадь поперечного сечения проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали.

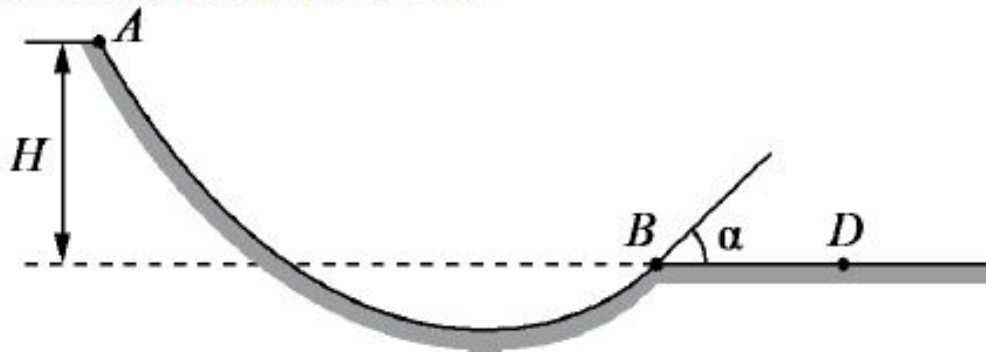


Пример (2 и 3 балла – 7%)

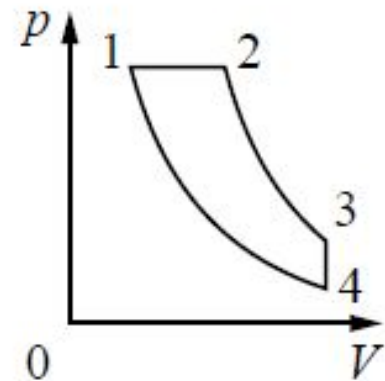
Расчетные задачи

Пример (выполнение - 18%)

Массивная шайба начинает движение по желобу AB из точки A из состояния покоя. Точка A расположена выше точки B на высоте $H = 6$ м. В процессе движения по желобу механическая энергия шайбы из-за трения уменьшается на $\Delta E = 2$ Дж. В точке B шайба вылетает из желоба под углом $\alpha = 15^\circ$ к горизонту и падает на землю в точке D , находящейся на одной горизонтали с точкой B (см. рисунок). Найдите массу шайбы, если $BD = 2$ м. Сопротивлением воздуха пренебречь.



Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображён на pV -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД цикла равен 50%, определите модуль отношения изменения температуры газа при изобарном процессе ΔT_{12} к изменению его температуры ΔT_{34} при изохорном процессе.



Пример (выполнение - 7%)

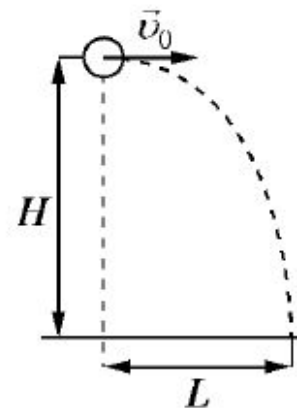
Решение

1. Определить, на каких участках двигатель получает тепло.
2. Определить значение Q_1 : $Q_1 = Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{12}$
3. Определить, на каком участке тепло выделяется для вычисления работы цикла: $Q_2 = Q_{34} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{34}; A = Q_1 - Q_2 = 0,5 Q_1$
4. Рассчитать искомую величину: $\Delta T_{12} / \Delta T_{34} = 1,2$

45

Механика – квантовая физика

Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью \vec{v}_0 , за время полёта t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см. рисунок). В другом опыте на этой же установке шарик массой $2m$ бросают со скоростью $2\vec{v}_0$. Что произойдёт при этом с временем полёта, дальностью полёта и ускорением шарика? Сопротивлением воздуха пренебречь. Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:



- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Время полёта	Дальность полёта	Ускорение

Пример.

(1 балл – 45%,
2 балла – 33%)

При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй – только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли напряжение запираания.

Как изменятся частота световой волны, напряжение запираания и работа выхода при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

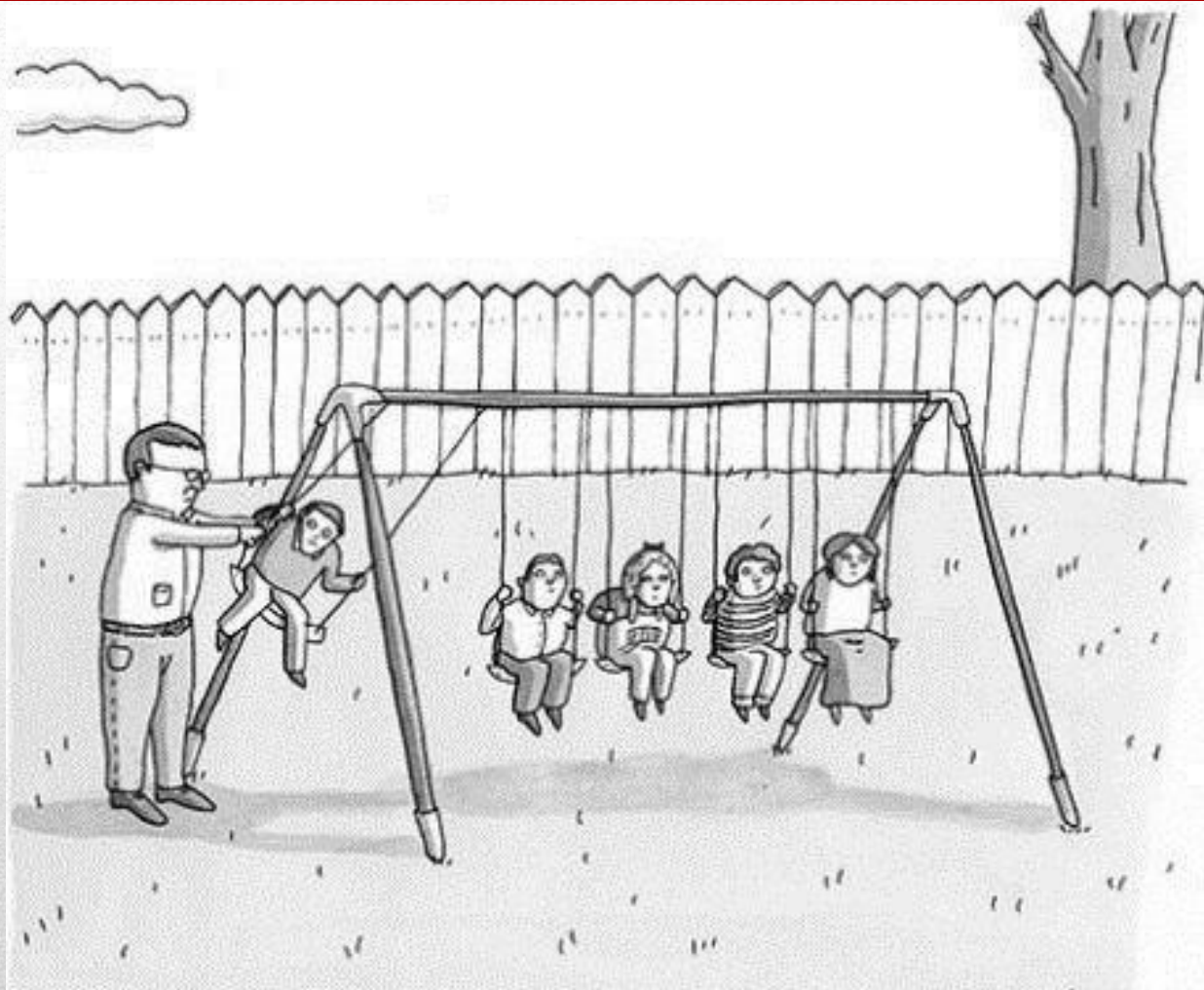
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны света, падающего на фотоэлемент	Напряжение запираания	Работа выхода

Пример.

(1 балл – 17%,

2 балла – 24%)



Конец лекции

48

08.12.2015