

Единый государственный экзамен по физике, 2005 год демонстрационная версия

Часть А

А1. Мотоциклист и велосипедист одновременно начинают равноускоренное движение. Ускорение мотоциклиста в 3 раза больше, чем у велосипедиста. В один и тот же момент времени скорость мотоциклиста больше скорости велосипедиста

- 1) в 1,5 раза 2) в $\sqrt{3}$ раза 3) в 3 раза 4) в 9 раза

Решение. По условию $v_{вел}(t) = a_{вел}t$, $v_{мот}(t) = a_{мот}t$. В один и тот же момент времени отношение скоростей равно $v_{мот}(t)/v_{вел}(t) = a_{мот}/a_{вел} = 3$.

Правильный ответ: 3.

А2. Скорость лыжника при равноускоренном спуске с горы за 4 с увеличилась на 6 м/с. Масса лыжника 60 кг. Равнодействующая всех сил, действующих на лыжника, равна

- 1) 20 Н 2) 30 Н 3) 60 Н 4) 90 Н

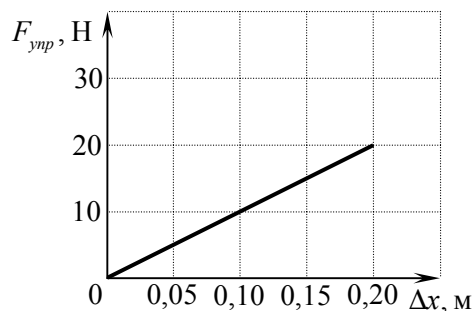
Решение. Ускорение лыжника равно $6 \text{ м/с} / 4 \text{ с} = 1,5 \text{ м/с}^2$. По второму закону Ньютона равнодействующая всех сил, действующих на лыжника, равна $60 \text{ кг} \cdot 1,5 \text{ м/с}^2 = 90 \text{ Н}$.

Правильный ответ: 4.

А3. На рисунке представлен график зависимости силы упругости пружины от величины её деформации. Жёсткость этой пружины равна

- 1) 0,01 Н/м 2) 10 Н/м 3) 20 Н/м 4) 100 Н/м

Решение. Жёсткость пружины равна отношению силы упругости к величине деформации $k = F_{упр} / \Delta x = 20 \text{ Н} / 0,20 \text{ м} = 100 \text{ Н/м}$.

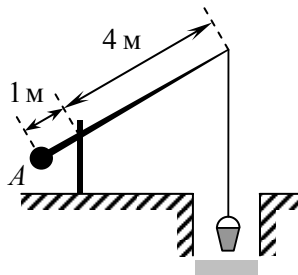


Правильный ответ: 4.

А4. Груз А колодезного журавля (см. рис.) уравнивает вес ведра, равный 100 Н. (Рычаг считайте невесомым.) Вес груза равен

- 1) 20 Н 2) 25 Н 3) 400 Н 4) 500 Н

Решение. По правилу рычага $F_1 l_1 = F_2 l_2$. Вес груза равен $F_1 = F_2 l_2 / l_1 = 100 \text{ Н} \cdot 4 \text{ м} / 1 \text{ м} = 400 \text{ Н}$.



Правильный ответ: 3.

А5. Потенциальная энергия взаимодействия с Землей гири массой 5 кг увеличилась на 75 Дж. Это произошло в результате того, что гирию

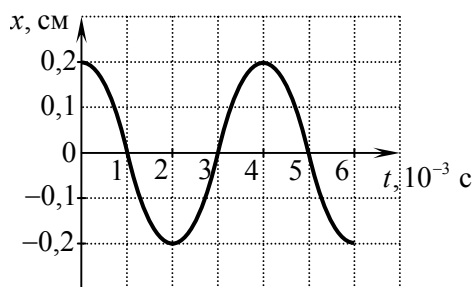
- 1) подняли на 1,5 м 2) опустили на 1,5 м 3) подняли на 7 м 4) опустили на 7 м

Решение. Потенциальная энергия в поле тяжести Земли равна $E = mgh$, она увеличивается при подъёме. Для того чтобы потенциальную энергию гири массой 5 кг увеличить на 75 Дж, её нужно поднять на $h = E / mg = 75 \text{ Дж} / (5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2) = 1,5 \text{ м}$.

Правильный ответ: 1.

А6. На рисунке показан график колебаний одной из точек струны. Согласно графику, период этих колебаний равен

- 1) $1 \cdot 10^{-3} \text{ с}$ 2) $2 \cdot 10^{-3} \text{ с}$ 3) $3 \cdot 10^{-3} \text{ с}$ 4) $4 \cdot 10^{-3} \text{ с}$



Решение. Период можно определить, например, как промежуток времени между соседними максимумами. Из графика видно, что он равен $4 \cdot 10^{-3} \text{ с}$.

Правильный ответ: 4.

А7. Тело массой 2 кг движется вдоль оси OX . Его координата меняется в соответствии с уравнением $x(t) = A + Bt + Ct^2$, где $A = 2 \text{ м}$, $B = 3 \text{ м/с}$, $C = 5 \text{ м/с}^2$. Чему равен импульс тела в момент времени $t = 2 \text{ с}$?

- 1) $86 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 2) $48 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 3) $46 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 4) $26 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

Решение. Импульс тела равен $p = mv$. Масса известна $m = 2 \text{ кг}$. Скорость тела меняется в соответствии с уравнением $v(t) = x'(t) = (A + Bt + Ct^2)' = B + 2Ct$ и в момент времени $t = 2 \text{ с}$ равна $v = v(2) = 3 \text{ м/с} + 2 \cdot 5 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ с} = 23 \text{ м/с}$. Импульс тела равен $p = 2 \text{ кг} \cdot 23 \text{ м/с} = 46 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

Правильный ответ: 3.

А8. Наименьшая упорядоченность в расположении частиц характерна для

- 1) кристаллических тел
2) аморфных тел
3) жидкостей
4) газов

Решение. Наименьшая упорядоченность в расположении частиц характерна для газов.

Правильный ответ: 4.

А9. При нагревании текстолитовой пластинки массой 0,2 кг от $30 \text{ }^\circ\text{C}$ до $90 \text{ }^\circ\text{C}$ потребовалось затратить 18 кДж энергии. Следовательно, удельная теплоёмкость текстолита равна

- 1) $0,75 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ 2) $1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ 3) $1,5 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ 4) $3 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

Решение. По определению удельная теплоёмкость равна отношению переданного системе тепла к произведению массы системы и изменения температуры:

$$c = 18 \text{ кДж} / (0,2 \text{ кг} \cdot 60 \text{ К}) = 1,5 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$$

Правильный ответ: 3.

A10. В герметично закрытом сосуде находится одноатомный идеальный газ. Как изменится внутренняя энергия газа при понижении его температуры?

- 1) увеличится или уменьшится в зависимости от давления газа в сосуде
- 2) уменьшится при любых условиях
- 3) увеличится при любых условиях
- 4) не изменится

Решение. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа равна $U = 3\nu RT/2$. При неизменном количестве вещества газа (сосуд герметичен) при понижении его температуры внутренняя энергия уменьшается.

Правильный ответ: 2.

A11. Как изменяется внутренняя энергия кристаллического вещества в процессе его плавления?

- 1) увеличивается для любого кристаллического вещества
- 2) уменьшается для любого кристаллического вещества
- 3) для одних кристаллических веществ увеличивается, для других — уменьшается
- 4) не изменяется

Решение. Внутренняя энергия кристаллического вещества в процессе его плавления увеличивается для любого кристаллического вещества.

Правильный ответ: 1.

A12. Максимальный КПД тепловой машины с температурой нагревателя 227°C и температурой холодильника 27°C равен

- 1) 100 % 2) 88 % 3) 60 % 4) 40 %

Решение. Максимальный КПД тепловой машины равен КПД машины Карно:

$$\eta = \frac{T_n - T_x}{T_n} = \frac{500 \text{ К} - 300 \text{ К}}{500 \text{ К}} = 40 \%$$

Правильный ответ: 4.

A13. Парциальное давление водяного пара в воздухе при 20°C равно $0,466 \text{ кПа}$, давление насыщенных водяных паров при этой температуре $2,33 \text{ кПа}$. Относительная влажность воздуха равна

- 1) 10 % 2) 20 % 3) 30 % 4) 40 %

Решение. Относительная влажность воздуха равна отношению парциального давления водяного пара к давлению насыщенных водяных паров: $\rho_{\text{отн}} = 0,466 \text{ кПа} / 2,33 \text{ кПа} = 20 \%$.

Правильный ответ: 2.

A14. Какое утверждение о взаимодействии трех изображенных на рисунке заряженных частиц является правильным?



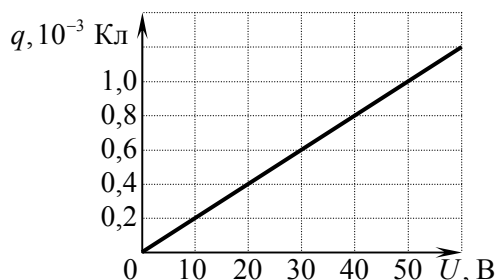
- 1) 1 и 2 отталкиваются, 2 и 3 притягиваются, 1 и 3 отталкиваются
- 2) 1 и 2 притягиваются, 2 и 3 отталкиваются, 1 и 3 отталкиваются
- 3) 1 и 2 отталкиваются, 2 и 3 притягиваются, 1 и 3 притягиваются
- 4) 1 и 2 притягиваются, 2 и 3 отталкиваются, 1 и 3 притягиваются



Решение. Одноимённые заряды отталкиваются, а разноимённые — притягиваются. Поэтому заряды 1 и 2 притягиваются, 2 и 3 отталкиваются, 1 и 3 притягиваются.

Правильный ответ: 4.

A15. При исследовании зависимости заряда на обкладках конденсатора от приложенного напряжения был получен изображенный на рисунке график. Согласно этому графику, ёмкость конденсатора равна

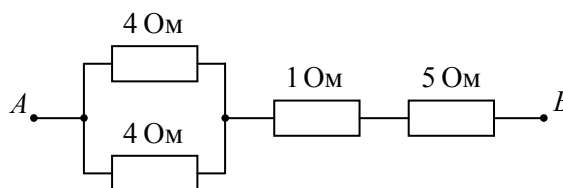


- 1) $2 \cdot 10^{-5}$ Ф 2) $2 \cdot 10^{-9}$ Ф
3) $2,5 \cdot 10^{-2}$ Ф 4) 50 Ф

Решение. Ёмкость конденсатора равна отношению заряда на его обкладках к приложенному напряжению: $C = q/U = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Кл} / 50 \text{ В} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Ф}$.

Правильный ответ: 1.

A16. Сопротивление между точками A и B участка электрической цепи, представленной на рисунке, равно

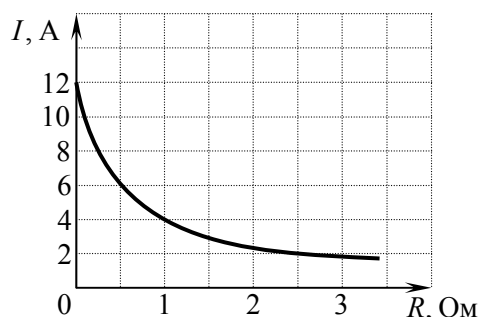


- 1) 14 Ом 2) 8 Ом
3) 7 Ом 4) 6 Ом

Решение. Сопротивление двух параллельно соединённых резисторов равно $4 \text{ Ом} \cdot 4 \text{ Ом} / (4 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом}) = 2 \text{ Ом}$, а общее сопротивление равно $2 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом} + 5 \text{ Ом} = 8 \text{ Ом}$.

Правильный ответ: 2.

A17. К источнику тока с ЭДС = 6 В подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?



- 1) 0 Ом 2) 0,5 Ом
3) 1 Ом 4) 2 Ом

Решение. По закону Ома для полной цепи:

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

При внешнем сопротивлении равном $R = 0 \text{ Ом}$ внутреннее сопротивление находится по формуле $r = \varepsilon / I = 6 \text{ В} / 12 \text{ А} = 0,5 \text{ Ом}$.

Правильный ответ: 2.

A18. Ион Na^+ массой m влетает в магнитное поле со скоростью \vec{v} перпендикулярно линиям индукции магнитного поля \vec{B} и движется по дуге окружности радиуса R . Модуль вектора индукции магнитного поля можно рассчитать, пользуясь выражением

- 1) $\frac{mve}{R}$ 2) $\frac{mvR}{e}$ 3) $\frac{mv}{eR}$ 4) $\frac{eR}{mv}$

Решение. Известно, что радиус окружности, по которой движутся заряженные частицы в магнитное поле с вектором скорости перпендикулярном линиям индукции, равен

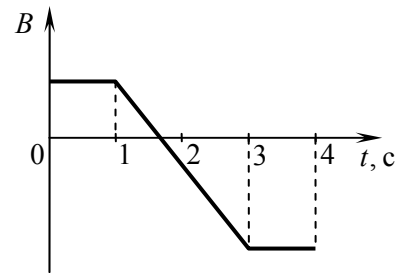
$$R = \frac{mv}{eB}.$$

Откуда можно выразить модуль вектора индукции магнитного поля:

$$B = \frac{mv}{eR}.$$

Правильный ответ: 3.

A19. Виток провода находится в магнитном поле, перпендикулярном плоскости витка, и своими концами замкнут на амперметр. Магнитная индукция поля меняется с течением времени согласно графику на рисунке. В какой промежуток времени амперметр покажет наличие электрического тока в витке?



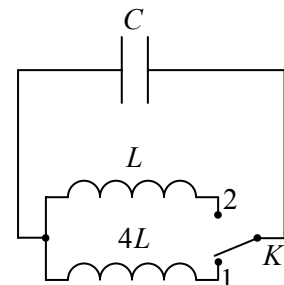
- 1) от 0 с до 1 с
- 2) от 1 с до 3 с
- 3) от 3 с до 4 с
- 4) во все промежутки времени от 0 с до 4 с

Решение. Амперметр покажет наличие электрического тока в витке, при наличии ЭДС индукции, которая появляется при изменении магнитного потока, пронизывающего виток. В данном случае изменение магнитного потока вызывается изменением магнитной индукции поля. Это изменение происходит от 1 с до 3 с.

Правильный ответ: 2.

A20. Как изменится частота собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рис.), если ключ K перевести из положения 1 в положение 2?

- 1) уменьшится в 2 раза
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) уменьшится в 4 раза
- 4) увеличится в 4 раза



Решение. Частота собственных электромагнитных колебаний в контуре равна

$$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

При уменьшении с помощью ключа индуктивности контура в 4 раза частота собственных электромагнитных колебаний увеличивается в 2 раза.

Правильный ответ: 2.

A21. Скорость света во всех инерциальных системах отсчёта

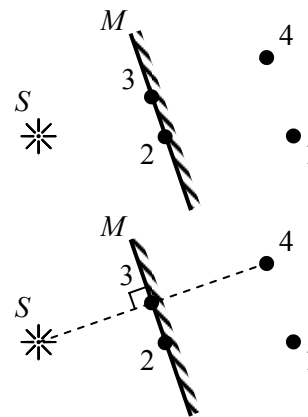
- 1) не зависит ни от скорости приёмника света, ни от скорости источника света
- 2) зависит только от скорости движения источника света
- 3) зависит только от скорости приёмника света
- 4) зависит как от скорости приёмника света, так и от скорости источника света

Решение. Согласно постулату специальной теории относительности скорость света во всех инерциальных системах отсчёта постоянна и не зависит ни от скорости приёмника света, ни от скорости источника света.

Правильный ответ: 1.

A22. Изображением источника света S в зеркале M (см. рис.) является точка

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4



Решение. Изображение в зеркале и источник света находятся на прямой, перпендикулярной плоскости зеркала, на равном расстоянии от зеркала. Построим такую прямую (см. рис.). Видно, что изображением источника света является точка 4.

Правильный ответ: 4.

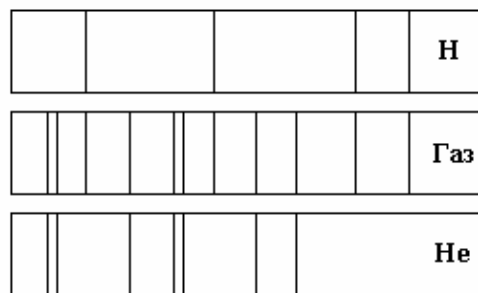
A23. Фотоны с энергией 2,1 эВ вызывают фотоэффект с поверхности цезия, для которого работа выхода равна 1,9 эВ. Чтобы максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов увеличилась в 2 раза, нужно увеличить энергию фотона на

- 1) 0,1 эВ 2) 0,2 эВ 3) 0,3 эВ 4) 0,4 эВ

Решение. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта энергия фотона равна сумме работы выхода и максимальной кинетической энергии фотоэлектронов. Тогда максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна разности энергии фотона и работы выхода $2,1 \text{ эВ} - 1,9 \text{ эВ} = 0,2 \text{ эВ}$. Чтобы максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов увеличилась в 2 раза, т. е. возросла на 0,2 эВ, энергию фотона нужно увеличить на 0,2 эВ.

Правильный ответ: 2.

A24. На рисунке приведены спектр поглощения неизвестного газа (в середине), спектры поглощения атомов водорода (вверху) и гелия (внизу). Что можно сказать о химическом составе газа?



- 1) газ содержит атомы водорода и гелия
- 2) газ содержит атомы водорода, гелия и ещё какого-то вещества
- 3) газ содержит только атомы водорода
- 4) газ содержит только атомы гелия

Решение. Все линии спектра газа относятся либо к спектру водорода, либо к спектру гелия. Значит, газ содержит атомы водорода и гелия и не содержит других атомов.

Правильный ответ: 1.

A25. Торий $^{230}_{90}\text{Th}$ может превратиться в радий $^{226}_{88}\text{Ra}$ в результате

- 1) одного β -распада 2) одного α -распада
- 3) одного β - и одного α -распада 4) испускания γ -кванта

Решение. Торий $^{230}_{90}\text{Th}$ может превратиться в радий $^{226}_{88}\text{Ra}$ в результате одного α -распада:
 $^{230}_{90}\text{Th} \rightarrow ^{226}_{88}\text{Ra} + ^4_2\text{He}$.

Правильный ответ: 2.

A26. Систему отсчёта, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Система отсчёта, связанная с автомобилем, тоже будет инерциальной, если автомобиль

- 1) движется равномерно по прямолинейному участку шоссе
- 2) разгоняется по прямолинейному участку шоссе
- 3) движется равномерно по извилистой дороге
- 4) по инерции вкатывается на гору

Решение. Система отсчёта, связанная с автомобилем, тоже будет инерциальной, если автомобиль покоится или движется равномерно и прямолинейно относительно Земли. Например, при равномерном движении автомобиля по прямолинейному участку шоссе.

Правильный ответ: 1.

A27. Мальчик массой 50 кг, стоя на очень гладком льду, бросает груз массой 8 кг под углом 60° к горизонту со скоростью 5 м/с. Какую скорость приобретёт мальчик?

- 1) 5,8 м/с
- 2) 1,36 м/с
- 3) 0,8 м/с
- 4) 0,4 м/с

Решение. В отсутствие силы трения сохраняется проекция импульса системы на горизонтальную плоскость:

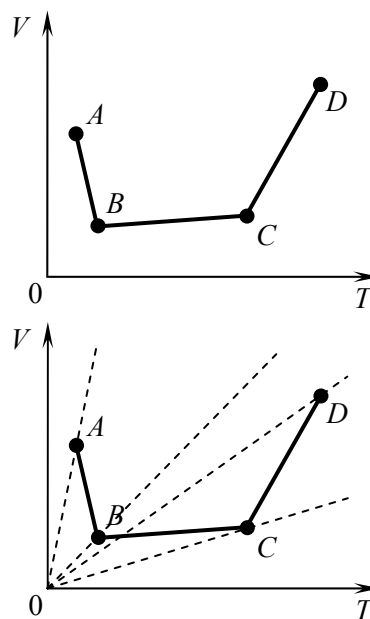
$$0 = m_m v_m - m_{zp} v_{zp} \cos 60^\circ \Leftrightarrow v_m = \frac{m_{zp} v_{zp} \cos 60^\circ}{m_m} = \frac{8 \text{ кг} \cdot 5 \text{ м/с} \cdot 0,5}{50 \text{ кг}} = 0,4 \text{ м/с}.$$

Правильный ответ: 4.

A28. В сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. График зависимости объема газа от температуры при изменении его состояния представлен на рисунке. В каком состоянии давление газа наибольшее?

- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) D

Решение. Проведём на графике линии изобар, проходящие через точки A, B, C и D (см. рис.). В координатах $V-T$ чем меньше угол наклона линии изобары, тем больше давление. Таким образом, наибольшее давление газа в состоянии C.



Правильный ответ: 3.

A29. Участок проводника длиной 10 см находится в магнитном поле индукцией 50 мТл. Сила Ампера при перемещении проводника на 8 см в направлении своего действия совершает работу 0,004 Дж. Чему равна сила тока, протекающего по проводнику? Проводник расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции.

- 1) 0,01 А
- 2) 0,1 А
- 3) 10 А
- 4) 64 А

Решение. Обозначим длину проводника $l = 10$ см, индукцию магнитного поля $B = 50$ мТл, силу Ампера F_A , перемещение проводника $s = 8$ см, работу силы Ампера $A = 0,004$ Дж, силу тока I . Они связаны между собой соотношениями: $F_A = IBl$, $A = F_A \cdot s$. Откуда получаем:

$$I = \frac{A}{Bl s} = \frac{0,004 \text{ Дж}}{5 \cdot 10^{-2} \text{ Тл} \cdot 0,1 \text{ м} \cdot 0,08 \text{ м}} = 10 \text{ А}.$$

Правильный ответ: 3.

A30. Какая ядерная реакция может быть использована для получения цепной реакции деления?

- 1) ${}_{96}^{243}\text{Cm} + {}_0^1n \rightarrow 4{}_0^1n + {}_{42}^{108}\text{Mo} + {}_{54}^{132}\text{Cm}$
- 2) ${}_{6}^{12}\text{C} \rightarrow {}_3^6\text{Li} + {}_3^6\text{Li}$
- 3) ${}_{90}^{227}\text{Th} + {}_0^1n \rightarrow {}_{49}^{129}\text{In} + {}_{41}^{99}\text{Nb}$
- 4) ${}_{96}^{243}\text{Cm} \rightarrow {}_{43}^{108}\text{Tc} + {}_{53}^{141}\text{I}$

Решение. Для получения цепной реакции деления может быть использована реакция, в которой образуется больше нейтронов, чем поглощается. Таковой является первая реакция.

Правильный ответ: 1.

Часть В

B1. За 2 с прямолинейного равноускоренного движения тело прошло 20 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Определите конечную скорость тела.

Решение. При прямолинейном равноускоренном движении координата и скорость зависят от времени следующим образом:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2},$$

$$v = v_0 + at.$$

По условию задачи $t = 2$ с, $x - x_0 = 20$ м, $v/v_0 = 3$. Выразим из первого уравнения величину at и подставим во второе уравнение:

$$at = \frac{2(x - x_0)}{t} - 2v_0,$$

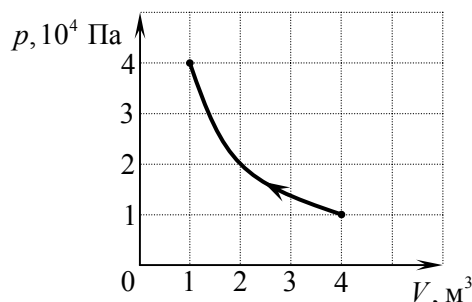
$$v = v_0 + \frac{2(x - x_0)}{t} - 2v_0 \Leftrightarrow v + v_0 = \frac{2(x - x_0)}{t} \Leftrightarrow \frac{4}{3}v = \frac{2(x - x_0)}{t} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow v = \frac{3(x - x_0)}{2t} = \frac{3 \cdot 20 \text{ м}}{2 \cdot 2 \text{ с}} = 15 \text{ м/с}.$$

Ответ: 15.

B2. На рисунке показан процесс изменения состояния идеального газа. Внешние силы совершили над газом работу, равную $5 \cdot 10^4$ Дж. Какое количество теплоты отдаёт газ в этом процессе? Ответ выразите в килоджоулях (кДж).

Решение. Из графика видно, что процесс является изотермическим. Значит, внутренняя энергия газа не изменилась. Следовательно, вся работа, совершённая над газом, будет отдана им в виде теплоты.



Ответ: 50.

B3. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6}$ с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9}$ Кл	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Какова энергия магнитного поля катушки в момент времени $5 \cdot 10^{-6}$ с, если ёмкость конденсатора равна 50 пФ? Ответ выразите в нДж и округлите его до целых.

Решение. Энергию магнитного поля катушки равна разности полной энергии контура и энергии конденсатора. Из табличных данных видно, что в моменты времени $0 \cdot 10^{-6}$, $4 \cdot 10^{-6}$, $8 \cdot 10^{-6}$ с и т. д. энергия конденсатора максимальна и равна полной энергии контура (энергия магнитного поля катушки равна нулю):

$$W_0 = \frac{q^2}{2C} = \frac{(2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл})^2}{2 \cdot 50 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}} = 40 \text{ нДж}.$$

В момент времени $5 \cdot 10^{-6}$ с энергия конденсатора равна:

$$W_C = \frac{q^2}{2C} = \frac{(1,42 \cdot 10^{-9} \text{ Кл})^2}{2 \cdot 50 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}} = 20 \text{ нДж}.$$

Энергия магнитного поля катушки равна $W_L = W_0 - W_C = 40 \text{ нДж} - 20 \text{ нДж} = 20 \text{ нДж}$:

Ответ: 20.

В4. На поверхность пластинки из стекла нанесена плёнка толщиной $d = 110$ нм, с показателем преломления $n = 1,55$. Для какой длины волны видимого света пленка будет «просветляющей»? Ответ выразите в нанометрах (нм).

Решение. Условием просветления является соотношение:

$$d = N \frac{\lambda}{4},$$

где N — любое натуральное число, λ — длина волны света в среде, равная $\lambda = \lambda_0 / n$, где λ_0 — длина волны света в вакууме. Т. о. просветление будет наблюдаться для света с длинами волн

$$\lambda_0 = \frac{4nd}{N} = \frac{4 \cdot 1,55 \cdot 110 \text{ нм}}{N} = \frac{682}{N} \text{ нм}.$$

Только при $N = 1$ длина волны попадает в диапазон видимого света.

Ответ: 682.

Часть С

С1. Масса Марса составляет 0,1 от массы Земли, диаметр Марса вдвое меньше, чем диаметр Земли. Каково отношение периодов обращения искусственных спутников Марса и Земли T_M / T_Z , движущихся по круговым орбитам на небольшой высоте?

Решение. Период обращения искусственного спутника, движущегося вокруг планеты по круговой орбите на небольшой высоте, равен

$$T = \frac{\pi D}{v},$$

где D — диаметр планеты, v — скорость движения спутника, которая связана с центростремительным ускорением соотношением:

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{2v^2}{D} \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{aD}{2}} \Rightarrow T = \pi \sqrt{\frac{2D}{a}}.$$

Центростремительное ускорением равно ускорению свободного падения на поверхности планеты (M — масса планеты):

$$a = \frac{GM}{R^2} = \frac{4GM}{D^2} \Rightarrow T = \pi \sqrt{\frac{D^3}{2GM}}.$$

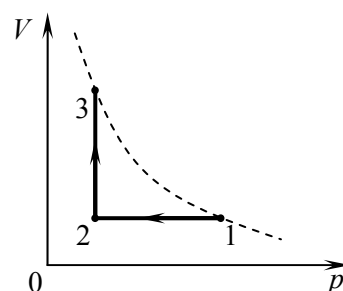
Отношение периодов обращения искусственных спутников Марса и Земли равно:

$$\frac{T_M}{T_3} = \left(\frac{D_M}{D_3}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{M_3}{M_M}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot (10)^{\frac{1}{2}} = 1,12.$$

Ответ: 1,12.

С2. 10 моль идеального одноатомного газа охладили, уменьшив давление в 3 раза. Затем газ нагрели до первоначальной температуры 300 К (см. рис.). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 2–3?

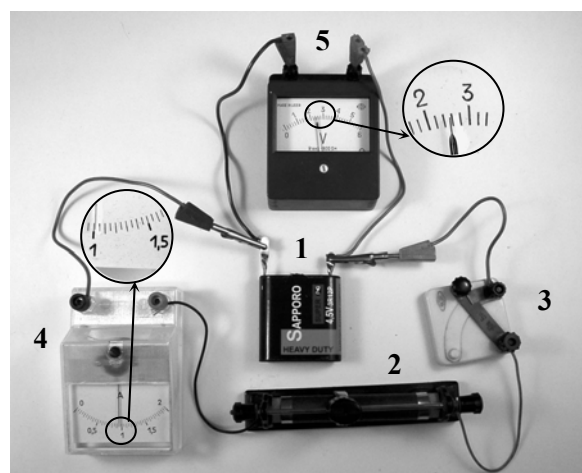
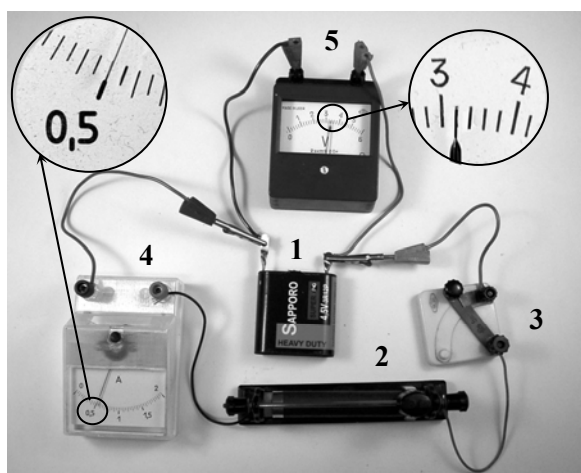
Решение. Поскольку при изохорном охлаждении давление уменьшилось в 3 раза, температура также уменьшилась в 3 раза и составила $T_2 = 100$ К. Теплоёмкость идеального одноатомного газа в изобарном процессе равна $C_p = 5\nu R/2$. Количество теплоты, переданное газу на участке 2–3, равно



$$Q = C_p(T_3 - T_2) = \frac{5}{2} \cdot 10 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot (300 \text{ К} - 100 \text{ К}) = 41550 \text{ Дж}.$$

Ответ: 41550 Дж.

С3. Ученик собрал электрическую цепь, состоящую из батарейки (1), реостата (2), ключа (3), амперметра (4) и вольтметра (5). После этого он провел измерения напряжения на полюсах и силы тока в цепи при различных сопротивлениях внешней цепи (см. фотографии). Определите ЭДС и внутреннее сопротивление батарейки.



Решение. Показания вольтметра равны разности ЭДС и падения напряжения на внутреннем сопротивлении: $U = \varepsilon - Ir$. Из рисунков видно, что при силе тока в цепи $I_1 = 0,5$ А вольтметр показывает напряжение $U_1 = 3,2$ В, а при силе тока $I_2 = 1$ А напряжение $U_2 = 2,6$ В. Т. о. получаем систему двух уравнений, из которой находим ЭДС и внутреннее сопротивление батарейки:

$$\begin{cases} U_1 = \varepsilon - I_1 r, \\ U_2 = \varepsilon - I_2 r \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} = \frac{3,2 \text{ В} - 2,6 \text{ В}}{1 \text{ А} - 0,5 \text{ А}} = 1,2 \text{ Ом}, \\ \varepsilon = U_1 + I_1 r = 3,2 \text{ В} + 0,5 \text{ А} \cdot 1,2 \text{ Ом} = 3,8 \text{ В}. \end{cases}$$

Ответ: 3,8 В, 1,2 Ом.

С4. Объектив проекционного аппарата имеет оптическую силу 5,4 дптр. Экран расположен на расстоянии 4 м от объектива. Определите размеры экрана, на котором должно уместиться изображение диапозитива размером 6×9 см.

Решение. Используя формулу для линзы, определим расстояние, на котором следует расположить диапозитив, чтобы его изображение сфокусировалось на экране:

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} = D \Leftrightarrow d_1 = \frac{d_2}{d_2 D - 1}.$$

Увеличение при этом составит

$$\Gamma = \frac{d_2}{d_1} = d_2 D - 1 = 4 \text{ м} \cdot 5,4 \text{ дптр} - 1 = 20,6.$$

Размеры экрана должны быть $(6 \cdot 20,6) \times (9 \cdot 20,6) \text{ см} = 123,6 \times 185,4 \text{ см}$.

Ответ: 123,6×185,4 см.

С5. Фотоны, имеющие энергию 5 эВ, выбивают электроны с поверхности металла. Работа выхода электронов из металла равна 4,7 эВ. Какой максимальный импульс приобретает электрон при вылете с поверхности металла?

Решение. По формуле Эйнштейна для фотоэффекта получаем:

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2} \Leftrightarrow h\nu = A + \frac{p^2}{2m} \Leftrightarrow p = \sqrt{2m(h\nu - A)},$$

где p — максимальный импульс фотоэлектронов, m — масса электрона, $h\nu = 5 \text{ эВ}$ — энергия фотонов, $A = 4,7 \text{ эВ}$ — работа выхода из металла. Таким образом,

$$p = \sqrt{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot (5 \text{ эВ} - 4,7 \text{ эВ})} = \sqrt{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot 0,3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}} = 3 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Ответ: $3 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

С6. Электрон влетает в область однородного магнитного поля индукцией $B = 0,01 \text{ Тл}$ со скоростью $v = 1000 \text{ км/с}$ перпендикулярно линиям магнитной индукции. Какой путь он пройдет к тому моменту, когда вектор его скорости повернется на 1° ?

Решение. Радиус окружности, по которой будет двигаться электрон, равен

$$R = \frac{mv}{eB}.$$

Пройденный путь при повороте вектора скорости на 1° составит

$$S = 2\pi R \cdot \frac{1^\circ}{360^\circ} = \frac{\pi mv}{180eB} = \frac{3,14 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot 10^6 \text{ м/с}}{180 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 0,01 \text{ Тл}} = 10^{-5} \text{ м}.$$

Ответ: 10^{-5} м .