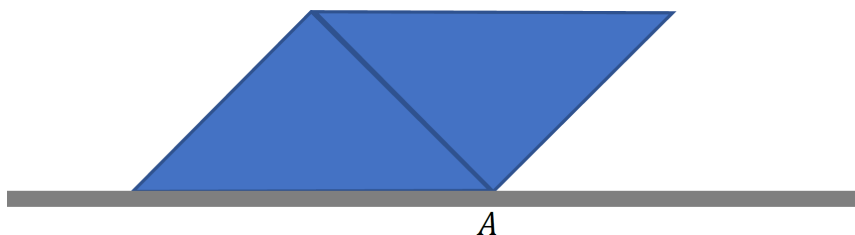


Олимпиада «Шаг в будущее» по физике

Отборочный этап, 9 класс, 2022 год

1. Сплошной кубик массой $m = 0,5$ кг разрезали пополам вдоль плоскости, проходящей через диагонали граней, так что половинка кубика представляет собой трёхгранную призму. Получившиеся призмы склеили гранями (бывшего кубика) и положили на горизонтальную поверхность (см. рис., изображено сечение). Какое наименьшее усилие необходимо приложить для приподнимания получившейся фигуры, так чтобы она касалась поверхности лишь ребром A ? Ответ выразить в единицах СИ. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с².



$$H \text{ сг'Г} = \frac{v}{b_{iu}} = \mathcal{A}$$

2. Пустой цилиндрический стакан с толстыми стенками и тонким дном закрыт тонкой лёгкой крышкой и плавает в воде, будучи погруженным на $n = 2/3$ внешнего объёма. Вода начинает медленно просачиваться сквозь крышку. Какая часть внутреннего объёма стакана k должна заполниться водой, чтобы он начал тонуть, если внутренний радиус стакана составляет $\eta = 70\%$ его внешнего радиуса? Ответ выразить в % и округлить до целых.

$$\%89 \approx \frac{2v\Gamma}{00\Gamma} = \frac{z'u}{u-1} = \mathcal{A}$$

3. При размещении предмета на расстоянии $d = 25$ см от собирающей линзы (что больше её фокусного расстояния) получили изображение, увеличенное в $n = 3$ раз. Возможно ли получить такое же увеличение при другом расстоянии от предмета до линзы? Если да, определите это расстояние, выразив его в сантиметрах. Если нет, в ответе укажите «0».

$$\text{мс} \text{ с'Г} = \frac{1+u}{(1-u)p} = x$$

4. Два калориметра плотно закрыты крышками и соединены тонкой трубкой. В одном калориметре находится $V = 1$ л воды при температуре 0°C , заполняющей его доверху. В другом калориметре содержится $m = 0,5$ кг льда при $t_0 = 0^\circ\text{C}$, лёд также заполняет почти весь объём калориметра. Вода в калориметре нагревается электрокипятильником до $t = 100^\circ\text{C}$, закипает, и пар начинает поступать во второй калориметр. Какой заряд протечёт через спираль кипятильника после начала его работы к моменту, когда весь лёд растает, если по спирали идёт ток $I = 0,5$ А, а её сопротивление $R = 1$ кОм? Ответ выразить в кулонах. Удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4,2$ кДж/(кг · °С). Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг. Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³. Теплоёмкостями калориметров и кипятильника, а также убылью воды в первом калориметре пренебречь.

$$\text{гК} \text{ 02Г} = \frac{qI}{u\gamma + (0\tau - \tau)\Delta\sigma^{\text{св}}} = b$$

5. На внешних стенках тонкой трубы диаметром $d = 1$ см намёрз слой льда массой $m = 1$ кг. Температура льда $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Через трубу пропускают воду со скоростью $v = 1$ м/с при температуре $t = 100^\circ\text{C}$. Выливаясь из трубы, вода попадает в кювету, туда же капает растаявший лёд. Через $\tau = 5$ мин лёд полностью растаял, и прокачку воды прекратили. Определить температуру содержимого кюветы, после того как оно придёт к равновесию. Теплообменом с внешними телами, а также теплоёмкостью трубы и кюветы пренебречь. Удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4,2$ кДж/(кг · °C). Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг. Удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 2,1$ кДж/(кг · °C). Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³. Ответ выразить в °C и округлить до целых.

$$Q_{\text{в}} = \frac{v}{\rho} \rho d L = \rho d L v = 1000 \cdot 0,01 \cdot 5 \cdot 60 \approx \frac{(m + M) c_{\text{в}}}{(c_{\text{л}} c_{\text{в}} - \lambda) m - c_{\text{л}} c_{\text{в}} M} = L$$

6. Диаметр и высота цилиндрической вертикально расположенной пробирки составляют, соответственно, $d = 1$ см и $h = 20$ см. Пробирку доверху заполняют однородной смесью воды и масла. С смесь отстаивается, и через какое-то время фракции самопроизвольно и полностью разделяются на объёмы, равные половине объёма пробирки. Определить количество тепла, выделившееся в результате разделения фракций. Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1$ кг/л, плотность масла $\rho_{\text{м}} = 800$ кг/м³. Ответ выразить в микроджоулях и округлить до целых. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с².

$$Q_{\text{в}} \approx Q_{\text{м}} = \frac{g}{2} \frac{m_{\text{в}}^2}{\rho_{\text{в}}^2} + \frac{g}{2} \frac{m_{\text{м}}^2}{\rho_{\text{м}}^2} = 0$$

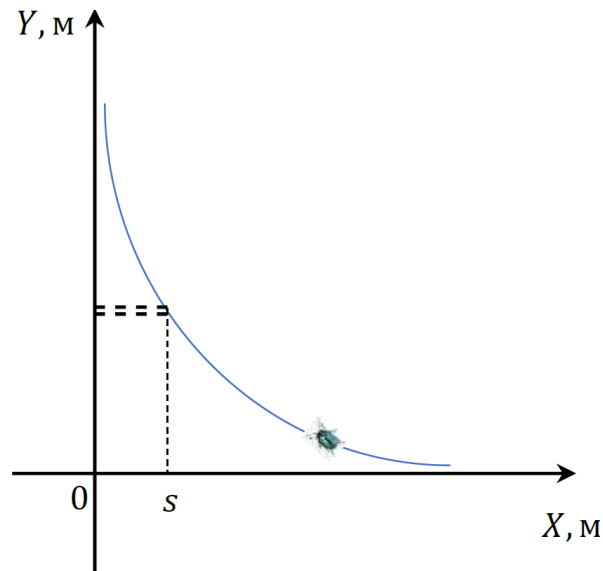
7. Максим едет на велосипеде со скоростью $V_{\text{М}} = 10$ км/ч по велотреку, имеющему форму окружности радиусом $R = 40$ м. Вместе с Максимом в том же направлении стартует Полкан, который бежит со скоростью $V_{\text{П}} = 20$ км/ч. Полкан догоняет Максима сзади (первая встреча) и тут же бежит обратно. Встретив Максима спереди (вторая встреча), Полкан снова меняет направление движения на противоположное и т. д. Какой путь пробежит Полкан к моменту, когда он в пятый раз встретит Максима? Ответ выразить в единицах СИ и округлить до целых.

$$s \approx \frac{2\pi R V_{\text{П}}}{V_{\text{П}} - V_{\text{М}}} = \left(\frac{V_{\text{П}} + V_{\text{М}}}{2} + \frac{V_{\text{П}} - V_{\text{М}}}{2} \right) \frac{2\pi R V_{\text{П}}}{V_{\text{П}} - V_{\text{М}}} = s$$

8. Прямой металлический прут массой $m = 0,2$ кг сопротивлением $R = 1$ Ом, движется вертикально вниз с установившейся скоростью, скользя по гладким проводящим рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением, замкнутым наверху источником постоянного напряжения $U = 10$ В. Движение происходит в сосуде с вязкой средой, где на прут действует сила сопротивления, пропорциональная его скорости, с коэффициентом $\alpha = 0,1$ кг/с. Пройдя путь $L = 10$ м, прут соскальзывает с рельсов и сразу без отскока ударяется о дно сосуда. Определить тепло, которое выделит система с момента начала пути L . Внутренним сопротивлением источника пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с². Ответ выразить в единицах СИ.

$$Q_{\text{в}} = \frac{U^2 m}{\rho v L} + \frac{g v L}{\rho v} + \tau v m = 0$$

9. Жук ползёт по горке, имеющей форму гиперболы $y = \frac{1}{x}$ (см. рис., координаты выражены в метрах). Слева горка заканчивается отвесным обрывом. Задача жука — спрыгнуть с обрыва. Жук может прорыть в горке горизонтальный тоннель, при этом он совершит полезную работу, пропорциональную собственному весу и прорытому пути, коэффициент пропорциональности $k = 0,5$. КПД жука при прорытии тоннеля и при подъёме один и тот же. На каком расстоянии s от края обрыва жук должен начать рыть тоннель, чтобы затратить минимальную энергию для решения поставленной задачи? Ответ выразить в метрах и округлить до десятых.



$$W_{\text{тунн}} \approx W_{\text{под}} = \frac{1}{2} (y^2) = s$$