

Московская олимпиада школьников по физике

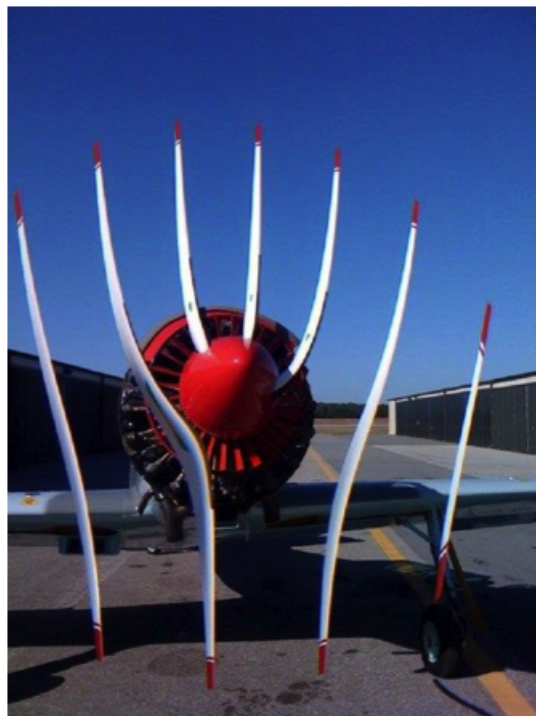
10 класс, второй тур, 2018 год

ЗАДАЧА 1. На фотографии, сделанной камерой мобильного телефона, представлен вращающийся пропеллер самолёта. Наблюдаемый эффект «смазывания» изображения обусловлен способом обработки светового потока матрицей фотокамеры. Во время срабатывания фотокамеры матрица «захватывает» не всю снимаемую сцену целиком одновременно, а происходит очень быстрое поэтапное сканирование кадра в направлении слева направо (с точки зрения фотографа). В результате в память фотокамеры последовательно попадают узкие вертикальные «полоски» изображения, причём «линия сканирования» движется с постоянной скоростью.

1) В каком направлении вращается пропеллер с точки зрения фотографа?

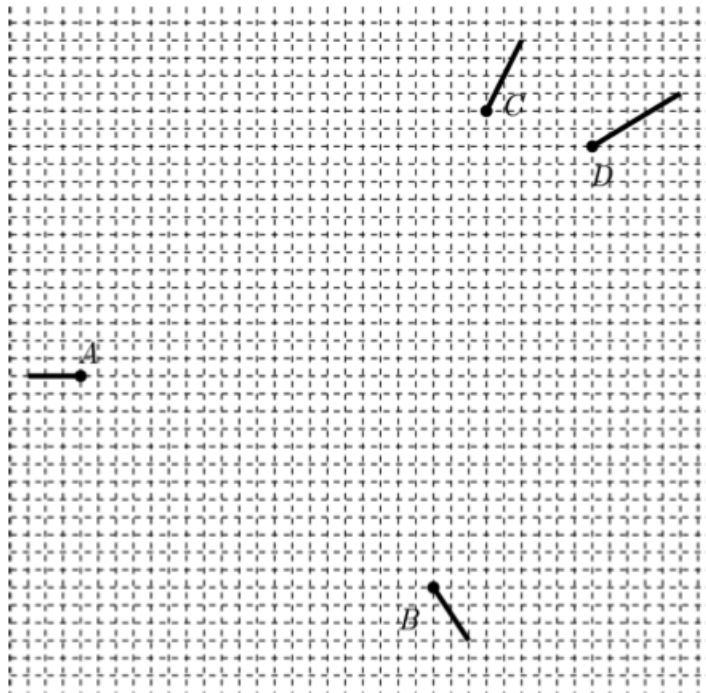
2) Сколько лопастей у пропеллера?

3) Оцените, сколько оборотов в секунду делает пропеллер, если процесс получения всего изображения занял $1/8$ секунды.



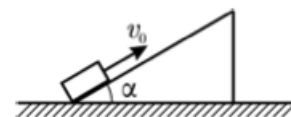
1) Против часовой; 2) три; 3) 15 ± 1

ЗАДАЧА 2. Регистрирующая аппаратура установила положения элементарных частиц A , B , C и D в некоторый момент, а также их перемещения за время τ , считая с этого момента (перемещения показаны на рисунке отрезками). Массы частиц C и D одинаковы. Была высказана догадка, что эти частицы появились при распаде одной-единственной частицы, и что она сначала распалась на три частицы, а затем одна из трёх образовавшихся частиц распалась на две частицы. Установите, верна ли эта гипотеза, и если да, то определите, через какое время после первого распада произошёл второй распад. Считайте, что частицы движутся свободно.



Для: через 2τ

ЗАДАЧА 3. Клин массой $M = 250$ г с углом $\alpha = 30^\circ$ при основании покоится на гладкой горизонтальной плоскости. На клин положили брусок массой $m = 100$ г и ударом сообщили ему некоторую скорость, направленную вверх вдоль наклонной поверхности клина. Найдите, какое количество теплоты Q выделилось в результате трения бруска о клин, если известно, что максимальная высота, на которую поднялся брусок от своего начального положения, $h = 20$ см. Коэффициент трения бруска о наклонную поверхность клина $\mu = 0,6$. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с².



$$Q = \frac{1}{2} m v_0^2 \sin^2 \alpha - m g h \approx 0,17 \text{ Дж}$$

ЗАДАЧА 4. На горизонтальном участке поля Вася очистил от чистого белого снега площадку с размерами $1 \text{ м} \times 1 \text{ м}$. Под лучами весеннего солнца чёрная земля прогревается и нагревает расположенный над ней воздух. Тепловая мощность, получаемая воздухом от площадки, равна $W = 0,3 \text{ кВт}$ — поскольку солнце зимой находится довольно низко над горизонтом. В безветренную и сухую погоду при температуре воздуха $T_0 = 273 \text{ К}$ и давлении возле поверхности земли $p = 10^5 \text{ Па}$ столб тёплого воздуха, поднимающийся над площадкой, имеет на высоте $h = 10 \text{ м}$ температуру $T_1 = 275 \text{ К}$ и поперечное сечение, равное $S = 2 \text{ м}^2$. Температура окружающего воздуха не зависит от высоты и равна T_0 . Молярная масса воздуха $\mu = 29 \text{ г/моль}$, его молярная теплоёмкость при постоянном давлении равна $C_p = 7R/2$.

1) Оцените, с какой скоростью поднимается поток воздуха на высоте h , если процесс уже установился.

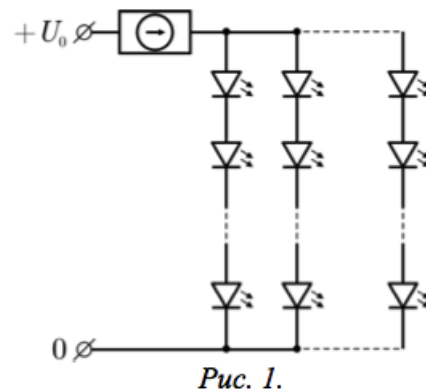
2) Оцените, на какую высоту поднялся бы тёплый воздух, если бы отсутствовал теплообмен между тёплым воздухом и окружающим его холодным воздухом.

Примечание. Справедлива приближённая формула:

$$\Delta \left(\frac{a}{b} \right) = \frac{b\Delta a - a\Delta b}{b^2}.$$

$$n \approx \frac{6\pi\tau}{L\Delta T} = H \left(\frac{c}{\mu} \right) \approx \frac{(T_1 - T_0) S d L}{M^2 L \tau} = n \quad (1)$$

ЗАДАЧА 5. Светодиодная гирлянда состоит из n параллельно подключённых ветвей, в каждую из которых входит m последовательно соединённых светодиодов (см. схему на рисунке 1). При подключении такой гирлянды к источнику постоянного напряжения часто используют стабилизатор силы тока (изображён на схеме кружком со стрелкой, помещённым внутрь прямоугольника). Вольт-амперная характеристика стабилизатора представлена на рисунке 2. Вольт-амперная характеристика одного светодиода показана на рисунке 3. Рабочий участок характеристики светодиода располагается между точками A и B : при меньших силах тока излучение светодиода незаметно для глаз, а при больших — светодиод может сгореть.



Пусть в нашем распоряжении есть много светодиодов для сборки гирлянды, блок питания большой мощности, обеспечивающий постоянное напряжение $U_0 = 14,9 \text{ В}$, а также стабилизатор тока.

1) Определите диапазон рабочих токов и напряжений для гирлянды, состоящей из n ветвей, в каждую из которых включено m светодиодов. Чему может быть равно m , если гирлянда работает нормально?

2) Постройте вольт-амперную характеристику для блока питания с последовательно присоединённым к нему стабилизатором.

3) Определите m и n для гирлянды, которая обеспечивает максимальную суммарную яркость свечения светодиодов. Считайте яркость пропорциональной электрической мощности, потребляемой светодиодами.

4) Найдите m и n для гирлянды с максимальным КПД.

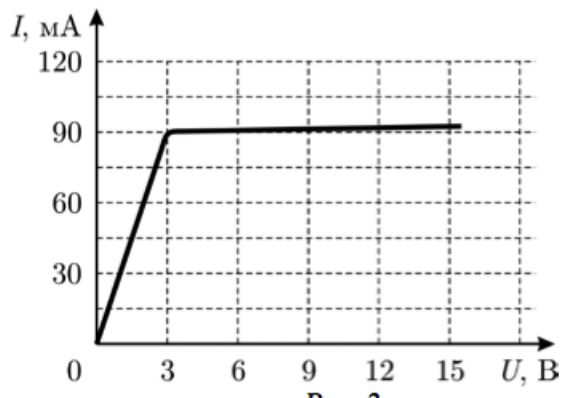


Рис. 2.

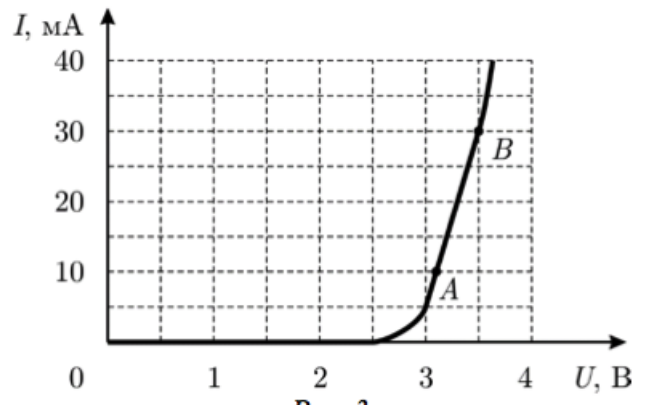


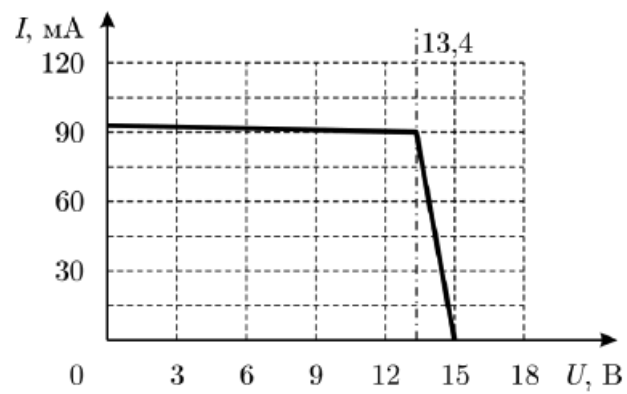
Рис. 3.

См. конспект лекции

Ответ к задаче 5

1) Диапазон рабочих токов: $10n \leq I \leq 30n$; диапазон рабочих напряжений: $3,1m \leq U \leq 3,5m$.

2)



3) $m = n = 4$.

4) $m = 4, n = 2$.