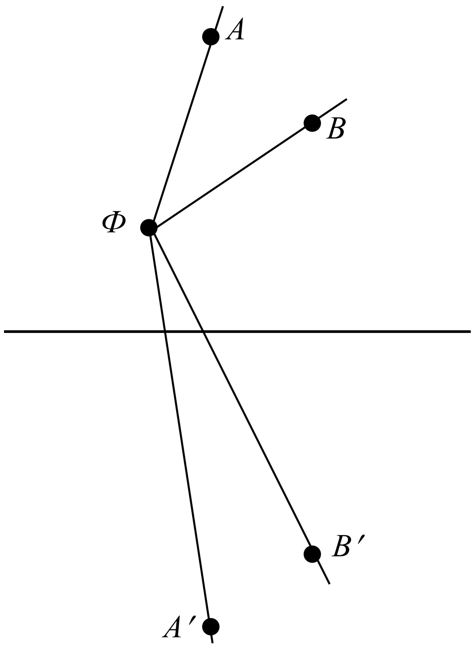
Олимпиада школьников «Надежда энергетики». Заключительный этап.

ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ
ВАРИАНТ 27081 для 8-го класса

1. Каждый год студенты НИУ «МЭИ», участники туристическо-поискового клуба “Горизонт”, отправляются в походы по разным местам нашей страны. Свои фоторепортажи они показывают на выставках в фойе главного учебного корпуса. На этом снимке изображена горная вершина, сфотографированная с берега озера. Как определить, где расположено отражение горы в воде: на верхней или на нижней части фотоснимка? Объясните свой ответ при помощи графических построений световых лучей. Яркость, четкость и контрастность верхней и нижней половины фотографии одинаковы.

Решение.

Поверхность озера представляет собой плоское зеркало. Рассмотрим сначала расположение двух точечных объектов A и B, расположенных на разной высоте от поверхности зеркала, и их отражений, A' и B', которые видны в фотоаппарат $Ф$. Лишний раз отметим, что точки A и A', B и B' симметричны относительно зеркала. Поскольку фотоаппарат расположен выше поверхности воды, то в прямых лучах (идущих в фотоаппарат от точек A и B) эти объекты находятся на бóльшем угловом расстоянии, чем в отраженных (идущих в фотоаппарат от изображений точек A' и B'). Поэтому изображения точек “прижаты” друг к другу.



Выберем в качестве точки B край облака, а в качестве точки A – вершину горы. На фотографии точки A и B располагаются дальше друг от друга, чем точки A' и B'. Поэтому сверху – предмет, а внизу – его изображение (отражение). Если посмотреть на фотографию в условии задачи и найти на ней эти точки, то увидим, что облако на нижней части снимка расположено ближе к вершине горы, чем на верхней части снимка. Поэтому на фотографии в условии задачи ***<u>отражение расположено в нижней части</u>*** .

2. На стадионе НИУ «МЭИ» “Энергия” есть площадки для игры в бадминтон. Одноклассники Петя и Катя ходят по вечерам в безветренную погоду заниматься любимым видом спорта. Обычно игру начинает Катя. После её подачи волан приближается к Пете со скоростью v = 10 м/с. Петя бьёт по волану ракеткой, расположенной перпендикулярно его движению, со скоростью u = 30 м/с. Найдите скорость волана сразу после удара Пети.

Решение:

Перед ударом скорость сближения волана с ракеткой составляет $v + u$. После упругого удара скорость *сближения* волана с ракеткой меняется на противоположную: волан *удаляется* от ракетки с той же скоростью $v + u$, при этом скорость самой ракетки u направлена в сторону полёта волана. Окончательно имеем:

$$v' = v + u + u = v + 2u = 10 + 60 = 70 \text{ м/с.}$$

3. Однородный металлический стержень постоянного поперечного сечения подключен за торцы к источнику напряжения. Во сколько раз изменится скорость нагрева стержня при протекании постоянного тока, если его длину уменьшить в 3 раза? Все выделяющееся в проводнике количество теплоты полностью расходуется на увеличение его температуры. Торцы проводника перпендикулярны его боковой поверхности.

<u>*Решение:*</u>

Для количества теплоты, выделяющейся на проводнике, подключенном к источнику постоянного напряжения, можно записать равенство:

$\dfrac{U^2}{R}\tau = cm\Delta t$ При этом $\dfrac{U^2}{\rho_{уд}\dfrac{l}{S}}\tau = c\rho lS\Delta t$. Запишем выражение так, чтобы слева от знака равенства находились постоянные величины: $\dfrac{U^2}{c\rho_{уд}\rho} = l^2\dfrac{\Delta t}{\tau} = \text{const}$

Таким образом, при уменьшении длины стержня в 3 раза скорость его нагрева увеличится в 9 раз.

<u>Ответ:</u> скорость нагрева стержня увеличится в 9 раз.

4. Пустой тонкостенный сферический сосуд плавает на границе раздела воды (плотность $\rho_1 = 1000\,\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$) и керосина ($\rho_2 = 800\,\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$) так, что в воду погружено 20% объема сосуда. После того, как в сосуд налили жидкость плотностью $\rho_3 = 720\,\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, граница раздела воды и керосина прошла через центр сосуда. Определите, какая часть объема сосуда была заполнена налитой в него жидкостью.

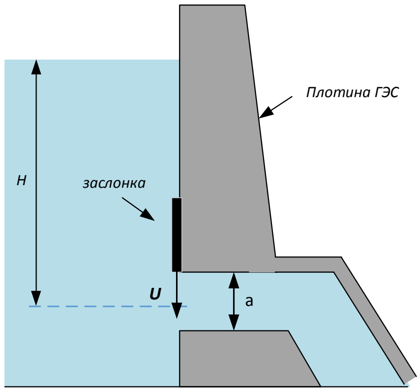
Решение:

$$m = \frac{\rho_1}{5} + \frac{4\rho_2}{5}$$

$$\frac{\rho_1}{5} + \frac{4\rho_2}{5} + \frac{\rho_3}{x} = \frac{\rho_1}{2} + \frac{\rho_2}{2} \Rightarrow x = \frac{10\rho_3}{3(\rho_1 - \rho_2)10} = 12$$

Ответ: 1/12.

5. В плотинах гидроэлектростанций отверстия для подвода воды к гидротурбине имеют специальные заслонки, которые опускаются во время технических работ или аварийных ситуаций. Оцените объем воды, который пройдет через водозаборное отверстие квадратного сечения со стороной a = 5 м после начала опускания заслонки. Заслонка опускается равномерно со скоростью U = 10 см/с. Водозаборное отверстие находится на глубине H = 60 м. Изменением гидростатического давления в пределах отверстия пренебречь. Воду считать идеальной жидкостью.



Решение:

Скорость водяного потока на входе в водозаборное отверстие можно оценить, исходя из закона сохранения энергии

$$mgH = \frac{mV^2}{2},$$

откуда

$$V = \sqrt{2gH}.$$

При этом мы пренебрегаем изменением скорости в пределах отверстия.

Поток воды, проходящий через отверстие при полностью открытой заслонке, записывается как

$$Q_0 = SV = a^2V.$$

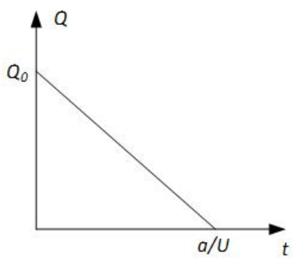
Опускание заслонки приводит к уменьшению водяного потока со временем. Такая зависимость может быть выражена как

$$Q = a(a - Ut)V.$$

Время полного перекрытия водозаборного отверстия равно

$$t = \frac{a}{U}.$$

График зависимости величины водяного потока от времени имеет вид, показанный на рисунке.



Площадь под графиком имеет смысл полного объема воды, прошедшей через отверстие с начала опускания заслонки

$$V = \frac{1}{2}Q_0t = \frac{1}{2}a^2V\frac{a}{U} = \frac{a^3\sqrt{2gH}}{2U} = \frac{125 \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 60}}{0{,}2} \approx 21651 \text{ м}^3.$$

Ответ: $V \approx 21651$ м^3.