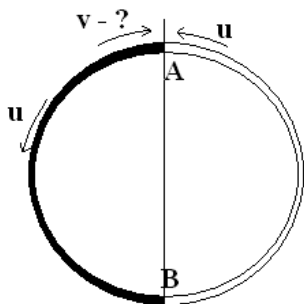


**Решения и критерии оценки**  
**I этап (очный) Всесибирской олимпиады по физике**  
**10 класс**



1. Мартышка и удав движутся навстречу по круговой дорожке, длина которой в два раза больше длины удава. Мартышка бежит со скоростью  $u$  по земле, а, встретившись с удавом, заскакивает на него и бежит по нему со скоростью  $u$  относительно удава. Добежав до хвоста, она спрыгивает на землю и бежит с той же скоростью  $u$  относительно земли... Найдите скорость удава, если после встречи с мартышкой в точке А дорожки следующая встреча произошла в диаметрально противоположной точке В. Удав всё время движется с постоянной скоростью по земле.

**Возможное решение**

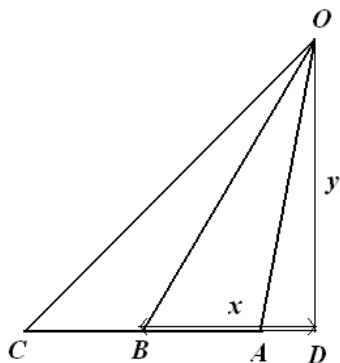
Мартышка добежит до хвоста удава за время  $t_1 = L/u$ , где  $L$  длина удава (1 балл). Голова удава за это время сместится от А на  $x = vt_1 = vL/u$  (2 балла), на такое же расстояние сместится хвост удава от В (1 балл). Поэтому до места следующей встречи мартышке нужно пробежать по земле расстояние  $x$ , а голове удава за то же время  $t$  пройти расстояние  $L - x$  (1 балл), тогда  $t = x/u = (L - x)/v$  (1 балл). Отсюда для скорости удава получим уравнение  $v^2 = (u - v)u$  (2 балла), положительный корень которого даёт искомое значение  $v = u(\sqrt{5} - 1)/2$ , а отрицательный противоречит условию встречного движения (2 балла).

**Разбалловка**

| №  | Этапы решения                              | соотношения             | баллы |
|----|--------------------------------------------|-------------------------|-------|
| 1  | Время пробега мартышки по удаву            | $t_1 = L/u$             | 1     |
| 2а | Расстояние а) головы удава от точки А      | $x = vt_1 = vL/u$       | 2     |
| 2б | б) хвоста удава от точки В через это время | То же самое             | 1     |
| 3  | Пройденные мартышкой и удавом расстояния   | $x$ и $L - x$           | 1     |
| 4  | Время прохождения этих расстояний          | $t = x/u = (L - x)/v$   | 1     |
| 5  | Получение уравнения для скорости удава     | $v^2 = (u - v)u$        | 2     |
| 6  | Решение уравнения, выбор корня             | $v = u(\sqrt{5} - 1)/2$ | 2     |

2. Три рыбака вместе сошли на остановке автобуса и каждый направился прямо к своему месту рыбалки на прямолинейном участке берега. Первый добрался раньше второго на 4 минуты, а третий позже второго на 5 минут. Какое время каждый из них шёл от остановки, если скорости рыбаков одинаковы? Крайние места рыбалки находятся в 6 минутах хода от среднего.

**Возможное решение**

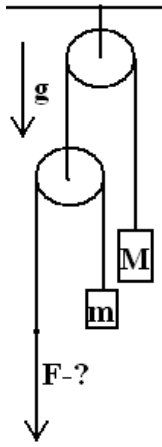


Пусть искомые времена пути для первого, второго и третьего рыбака  $T_1$ ,  $T$  и  $T_2$ . Тогда  $T - T_1 = t_1 = 4$  мин, а  $T_2 - T = t_2 = 5$  мин. (1 балл). Точки  $O$ ,  $A$ ,  $B$  и  $C$  изображают остановку и места рыбалки. Отрезки  $AB$  и  $BC$  имеют одинаковую длину:  $AB = BC = v\tau$ , где  $v$  скорость, а время  $\tau = 6$  мин. (1 балл), а длины путей  $OA = vT_1$ ,  $OB = vT$ ,  $OC = vT_2$ . (1 балл). Опустим из  $O$  перпендикуляр на прямую, проходящую через точки  $A$ ,  $B$  и  $C$ . Точка  $D$  основание этого перпендикуляра. Обозначим длину отрезка  $OD$   $y$ , а  $BD - x$ . (1 балл). Из теоремы Пифагора:  $(vT)^2 = x^2 + y^2$ ;  $(vT_1)^2 = (x - v\tau)^2 + y^2$ ;  $(vT_2)^2 = (x + v\tau)^2 + y^2$ . (1 балл).

Подставив  $T_1 = T - t_1$  и  $T_2 = T + t_2$  и исключив  $x$  и  $y$ , находим выражение для времени  $T = (2\tau^2 - t_2^2 - t_1^2)/2(t_2 - t_1) = 15,5$  мин. (3+1 балл). А  $T_1 = T - t_1 = 11,5$  мин,  $T_2 = T + t_2 = 20,5$  мин. (1 балл). Возможны решения из теоремы косинусов.

**Разбалловка**

| №  | Этапы решения                                                        | соотношения                                          | баллы |
|----|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------|
| 1  | Связь искомых времён с запаздыванием                                 | $T - T_1 = t_1 = 4$ мин,<br>$T_2 - T = t_2 = 5$ мин  | 1     |
| 2а | Связь длин отрезков с временем а)по берегу                           | $AB=BC=v\tau$ , $\tau = 6$ мин                       | 1     |
| 2б | б) от остановки                                                      | $OA=vT_1, OB= vT, OC = vT_2$                         | 1     |
| 3  | Геометрические соотношения из теоремы Пифагора или теоремы косинусов |                                                      | 2     |
| 4  | Уравнение для $T$ , решение, числовой ответ                          | $T=(2\tau^2-t_2^2-t_1^2)/2(t_2-t_1)=15,5$ мин        | 3+1   |
| 5  | Ответы для $T_1$ и $T_2$                                             | $T_1=T-t_1=11,5$ мин,<br>$T_2 = T + t_2 = 20,5$ мин. | 1     |



3. С какой силой  $F$  тянут нить, если груз массы  $m$  опускается с тем же ускорением с каким поднимается груз массы  $M$ ? Трения нет, блоки невесомы, ускорение свободного падения  $g$ .

**Возможное решение**

Из 2-го закона Ньютона в применении к грузам с учётом направлений ускорений:  $MA = 2F - Mg$  (4 балла);  $mA = mg - F$  (3 балла); откуда, исключая ускорение, получим уравнение  $2F/M + F/m = 2g$  (1 балл) и ответ  $F = 2mMg/(M + 2m)$  (2 балла).

**Разбалловка**

| № | Этапы решения                              | соотношения           | баллы |
|---|--------------------------------------------|-----------------------|-------|
| 1 | Применение 2-го закона Ньютона к грузу $M$ | $MA = 2F - Mg$        | 4     |
| 2 | Применение 2-го закона Ньютона к грузу $m$ | $mA = mg - F$         | 3     |
| 3 | Уравнение для $F$                          | $2F/M + F/m = 2g$     | 1     |
| 4 | Ответы для $F$                             | $F = 2mMg/(M + 2m)$ . | 2     |



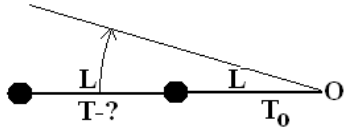
4. Шарики в вершинах и центре квадрата соединены восемью пружинами. Квадрат лежит на гладком столе, пружины не изогнуты и параллельны плоскости стола. Какова сторона этого квадрата, если пружины одинаковы, а длина недеформированной пружины  $L$ ?

***Возможное решение***

При стороне квадрата  $H$ , длина диагональных пружин  $H/\sqrt{2}$  (1балл). Диагональные пружины сжаты, а пружины по сторонам квадрата растянуты (1балл). Из закона Гука упругие силы, развиваемые пружинами, соответственно  $F = k(L - H/\sqrt{2})$  и  $f = k(H - L)$  (1+1 = 2 балла). Из условия равновесия сил, приложенных к угловому шарикку  $F = \sqrt{2}f$  (2 балла). Отсюда уравнение для  $H$ :  $L - H/\sqrt{2} = \sqrt{2}(H - L)$  (2 балла). Тогда  $H = (\sqrt{2} + 2)L/3$  (2 балла).

***Разбалловка***

| № | Этапы решения                        | соотношения                              | баллы |
|---|--------------------------------------|------------------------------------------|-------|
| 1 | Длина диагональных пружин            | $H/\sqrt{2}$                             | 1     |
| 2 | Какие пружины сжаты, какие растянуты |                                          | 1     |
| 3 | Нахождение упругих сил               | $F = k(L - H/\sqrt{2})$ и $f = k(H - L)$ | 1+1   |
| 4 | Условие равновесия углового шарика   | $F = \sqrt{2}f$                          | 2     |
| 5 | Вывод уравнения для $H$              | $L - H/\sqrt{2} = \sqrt{2}(H - L)$       | 2     |
|   | Ответ                                | $H = (\sqrt{2} + 2)L/3$                  | 2     |



5. Два одинаковых груза находятся на горизонтальной плоскости без трения. Они закреплены на нити, привязанной к оси  $O$ , и движутся по окружностям радиуса  $L$  и  $2L$ . Найдите натяжение нити между первым и вторым грузом, если натяжение нити между осью и первым грузом  $T_0$ .

**Возможное решение**

Скорости частиц относятся как радиусы, а тогда и ускорения ( $a = v^2/r$ ) –(2 балла). Соответственно, если ускорение 1-го груза  $a$ , то у 2-го  $a_2 = 2a$  (1 балла). Из 2-го закона Ньютона в применении к 2 грузу имеем:  $ma_2 = T$  (2 балла). Из 2-го закона Ньютона в применении к 1 грузу имеем:  $ma = T_0 - T$  (3 балла). Тогда  $T = 2ma$ , а  $T_0 = 3ma$  и  $T = 2T_0/3$  (2 балла).

**Разбалловка**

| № | Этапы решения                              | соотношения                            | баллы |
|---|--------------------------------------------|----------------------------------------|-------|
| 1 | Вывод, что ускорения относятся как радиусы |                                        | 2     |
| 2 | Нахождение отношения ускорений             | $a_2 = 2a$                             | 1     |
| 3 | 2-й закон Ньютона в применении к 2 грузу   | $ma_2 = T$                             | 2     |
| 4 | 2-й закон Ньютона в применении к 1 грузу   | $ma = T_0 - T$                         | 3     |
| 5 | Нахождение отношения натяжений             | $T = 2ma$ , $T_0 = 3ma$ и $T = 2T_0/3$ | 2     |

### **Рекомендации для жюри**

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Участники олимпиады могут предложить полные и верные решения задач, отличные от приведённых ниже. За это они должны получить полный балл. Частичное решение или решение с ошибками оценивается, ориентируясь на этапы решения, приведённые в разбалловке. При этом верные выводы из ошибочных допущений не добавляют баллов. Если какой-то этап решения не полный, или частично правильный, то он оценивается частью баллов за этап. Если в решении участника олимпиады предложенные этапы объединены как один, то оценка проводится из суммарного балла. Наличие лишь ответа без решения не оценивается.