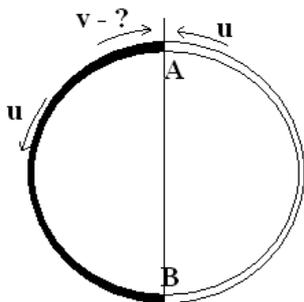


Решения и критерии оценки
I этап (очный) Всесибирской олимпиады по физике
10 класс



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

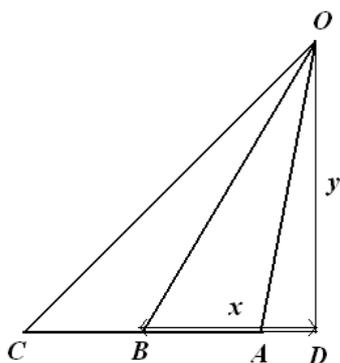
Мартышка добежит до хвоста удава за время $t_1 = L/u$, где L длина удава (1 балл). Голова удава за это время сместится от А на $x = vt_1 = vL/u$ (2 балла), на такое же расстояние сместится хвост удава от В (1 балл). Поэтому до места следующей встречи мартышке нужно пробежать по земле расстояние x , а 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.

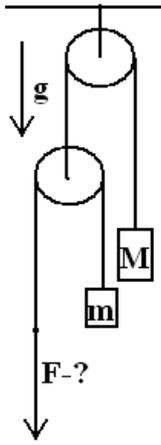
Возможное решение



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, $T_2 - T = t_2 = 5$ 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, $T_2 = T + t_2 = 20,5$ мин.	1



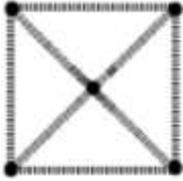
3. С какой силой F тянут нить, если груз массы m опускается с тем же ускорением с каким поднимается груз массы M ? Трения нет, блоки невесомы, ускорение свободного падения g .

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



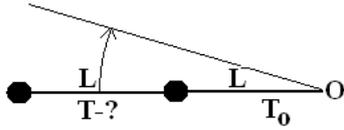
4. Шарики в вершинах и центре квадрата соединены восемью пружинами. Квадрат лежит на гладком столе, пружины не изогнуты и параллельны плоскости стола. Какова сторона этого квадрата, если пружины одинаковы, а длина недеформированной пружины L ?

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 шарiku $F = \sqrt{2}f$ (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.