ИЗУМРУД
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

1302820558114

Титульный лист

Направление ☐ анализ данных ☐ информатика ☐ история ☐ математика ☐ обществознание ☐ русский язык ☑ физика ☐ химия

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☑ 10 ☐ 11

Фамилия БОБИН

Имя ЕГОР

Отчество АЛЕКСАНДРОВИЧ

Дата рождения 31 08 2009

Город участия ЕКАТЕРИНБУРГ

Аудитория 621

Дата 31 01 2026 **Подпись**

Пример заполнения
А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф
Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

ИЗУМРУД
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

1302820558114

Проверочный лист

Заполняется участниками

Направление ☐ анализ данных ☐ информатика ☐ история
☐ математика ☐ обществознание ☐ русский язык
☑ физика ☐ химия

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☑ 10 ☐ 11

Город участия ЕКАТЕРИНБУРГ

Заполняется организаторами

Количество доп листов 0 Количество черновиков к проверке 0

Время выхода с ☐☐ ☐☐ до ☐☐ ☐☐

Протокол проверки
Заполняется жюри

Номер задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Балл члена жюри №1	8	0	19	2						
Балл члена жюри №2	8	0	19	2						

Итоговый балл 29

Подпись члена жюри №1

Подпись члена жюри №2

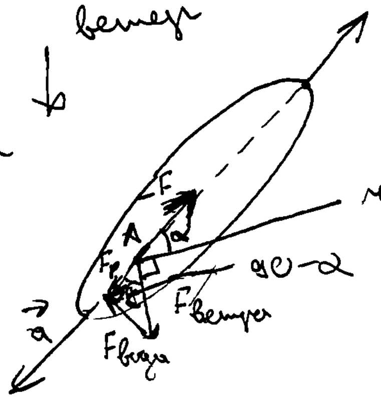
Пример заполнения А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф
Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Бланк ответов

№3

По второму закону Ньютона

$\vec F = m\vec a = m\frac{\Delta \vec v}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec p}{\Delta t}$


ветер
F
A
α
F_p
90−α
парус
$\vec a$
$F_{ветра}$
$F_{воды}$

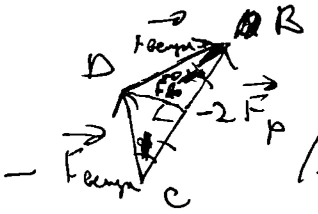
⇒ $\vec F \uparrow\uparrow \vec v$ т.е равнодействующая сила сопротивления воды и сила, действующей на парус

⇒ рассмотрим точку A, обозначенную на рисунке, $\vec F_{ветра} + \vec F_{воды} = \vec F_p$

$\vec F_p \uparrow\uparrow \vec a$, где $\vec a$ - направление движения, после поворота сила сопротивления воды не изменилась ⇒

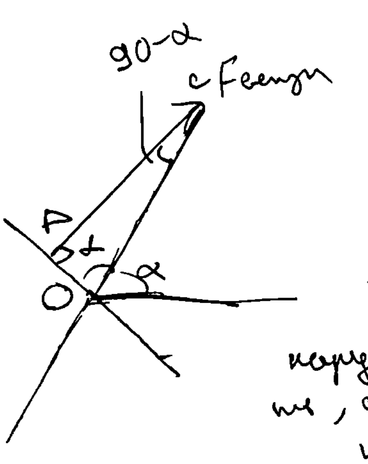
$$\begin{cases} \vec F_{ветра 1} + \vec F_{воды} = -\vec F_p \\ \vec F_{ветра} + \vec F_{воды} = \vec F_p \end{cases}$$

⇒ $\vec F_{ветра 1} - \vec F_{ветра} = -2\vec F_p$


D
B
$\vec F_{ветра 1}$
$\vec F_p$
$-2\vec F_p$
$-\vec F_{ветра}$
C

из векторного треугольника $|-\vec F_{ветра}| = |\vec F_{ветра 1}|$

и ∠BCD = ∠CBD = 90−α, далее рассмотрим перпендикуляр к точке D и $\vec F_{ветра 1}$, это будет линия паруса, пусть эта линия пересекает главную ось лодки в точке O

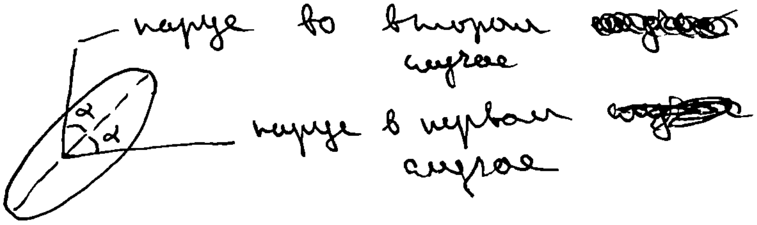

90−α
c Fветра
A
α
α
O

⇒ ∠DOC = 90° − ∠DCO = 90° − (90−α) = α, ⇒

парус надо симметрично поменять, относительно оси корпуса лодки

№3 (продолжение)

ответ: надо симметрично оси лодки поставить парус т.е



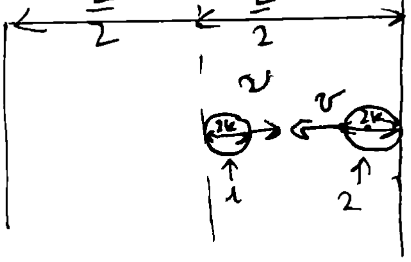
№1

Дано:
$R=10$ см
$L=1$ м
$\tau=2$ с

$\Delta\tau$ - ?

Решение: сначала найдем скорость каждого шара $v=\frac{S}{\tau}=\frac{L-2R}{\tau}=40\frac{см}{с}=0,4\frac{м}{с}$

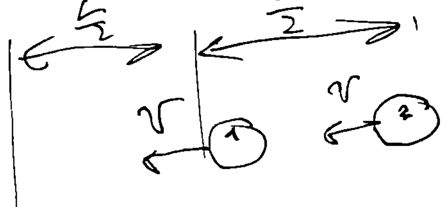
теперь рассмотрим момент когда второй шар начинает движение



расстояние между шарами — $\frac{L}{2}-4R=10$ см

и т.к шары движутся на встречу друг другу, то скорость сближения — $2V$ ⇒ Δt до первого удара

$\Delta t=\frac{\frac{L}{2}-4R}{2v}=\frac{10}{40}=0,25$ с, дальше второй шар летит обратно с той же скоростью, т.е через Δt он столкнется со стенкой и будет такая ситуация



и относительная скорость шаров будет $V-V=0$

⇒ они будут так лететь до столкновения первого шара со стенкой, Δt_1 - время такого полета $=\Delta t_1=\frac{\frac{L}{2}}{V}=\frac{L}{2V}=1,25$ с

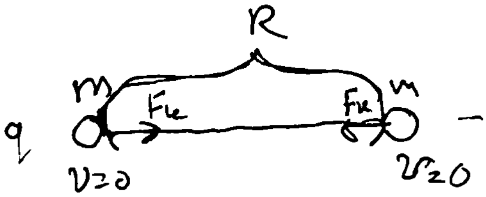
потом все повторится аналогично первому столкновению т.к шары одинаковые, т.е второе столкновение будет через $2\Delta t+\Delta t_1=1,75$ с т.е после первого столкновения каждые столкновения будут происходить, т.е a_n — n-ое столкновение произойдет ровно в $a_n(t)=0,25c+1,75(n-1)c$

Ответ: $a_n(t)=0,25c+1,75(n-1)c$ n - n-ое столкновение

Бланк ответов

№ 4

Рассмотрим начальный момент, т.к. заряды противоположны, то силы притяжения по закону Кулона:



(т.к. мы считаем, что частица это сфера радиуса r)

$$F = \frac{k|q||-q|}{(R+2r)^2} = m a_0$$; a_0 — начальное ускорение ⇒

$$a_0 = \frac{kq^2}{(R+2r)^2 m}$$, пусть a_0 постоянно до столкновения

тогда $2a_0\left(\frac{R}{2}+r\right) = V_k^2 - V_0^2 = V_k^2$

$$\frac{kq^2}{(R+2r)m} = V_k^2 \Rightarrow V_k = q\sqrt{\frac{k}{(R+2r)m}}$$ после столкновения, т.к. сферы упругие, то после удара скорости сохранятся, после удара заряды у сфер равны $\frac{q}{2}$ ⇒

$$F_k = k\frac{q^2}{4(2r)^2} = \frac{kq^2}{16r^2}$$ отталкивает ⇒ $a_1 = \frac{kq^2}{16r^2 m}$

$$2a_1\left(\frac{R}{2}+r\right) = V_{k_1}^2 - V_k^2$$

$$\frac{kq^2(R+2r)}{16r^2 m} = V_{k1}^2 - \frac{q^2 k}{(R+2r)m}$$ ⇒

$$V_{k_1} = \sqrt{kq^2\left(\frac{R+2r}{16r^2 m} + \frac{1}{(R+2r)m}\right)} \Rightarrow p_k = mV_{k1} =$$

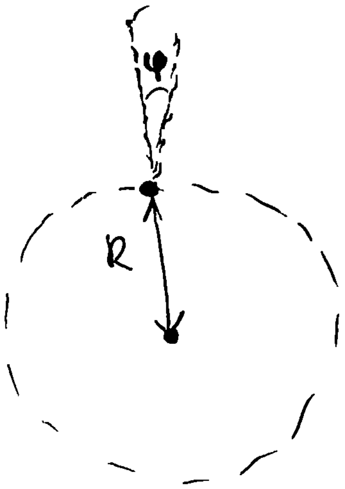
$$= \sqrt{kq^2 m\left(\frac{R+2r}{16r^2} + \frac{1}{R+2r}\right)}$$

№4 (продолжение)

Ответ: $p_k = \sqrt{kq^2m\left(\frac{R+2r}{16r^2} + \frac{1}{R+2r}\right)}$

№2

Дано:	СИ
$R = 1{,}5 \cdot 10^8$ км	$1{,}5 \cdot 10^{11}$ м
$\varphi = 30''$	
t — ?	



$$T = \frac{2\pi R}{\upsilon_\pi}$$

Линия отреза

Бланк ответов