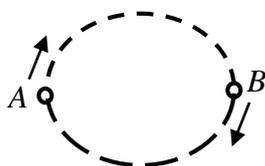


**Первый этап Всесибирской Открытой Олимпиады Школьников
по физике**

13 ноября 2022 г.

Решения и критерии оценки, 11 класс



1. Пункты A и B связывают две дороги одинаковой протяженности, одна хорошая с разрешенной скоростью $v = 90$ км/час, другая плохая с разрешенной скоростью $u = 70$ км/час. Два автомобиля движутся по постоянному маршруту: по плохой дороге из A в B , затем по хорошей в обратном направлении. Расписание движения диктует минимальную скорость автомобилей 70 км/час. Первый автомобиль движется с максимальной дозволенной скоростью. В некоторый момент времени, когда первый автомобиль находился в пункте A , а второй – в пункте B , водителю второго автомобиля передали посылку, которую он должен лично отдать водителю первого автомобиля. Сколько раз первый автомобиль посетит пункт B , прежде чем его водитель получит посылку? Временем стоянки в конечных пунктах пренебречь.

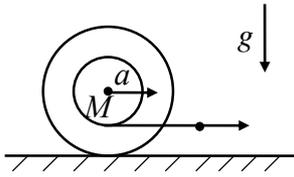
Возможное решение

По условию задачи второй автомобиль все время движется с постоянной скоростью 70 км/час. Рассмотрим движение первого автомобиля относительно второго. <2 балла>. Можно считать, что в начальный момент времени первый автомобиль отставал от второго на расстояние L (км), равное расстоянию между пунктами A и B . <1 балл> Каждый переход из пункта B в пункт A первый автомобиль совершает за время $t_1 = L/90$ (часов) <2 балла>, двигаясь со скоростью 20 км/час относительно второго автомобиля <1 балл>, и сокращает за это время расстояние между автомобилями $\Delta L = 20 \cdot t_1 = 2/9 L$. <2 балла> Поскольку $L/\Delta L = 9/2 = 4.5$, то первый автомобиль догонит второй, когда число его стартов из точки B будет равно 5 . <2 балла> За первые четыре прохождения расстояния BA первый автомобиль сокращает расстояние между автомобилями на $8/9 L$. Для преодоления оставшегося расстояния $1/9 L$ первому автомобилю надо еще пятый раз пройти через пункт B .

Ответ: 5 раз.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	Соотношения	Балл
1	Рассмотрение движения первого автомобиля относительно второго		2
2	Начальное отставание первого автомобиля относительно от второго	L	1
3	Время перехода первого автомобиля из B в A	$t_1 = L/90$ (часов)	2
4	Скорость первого автомобиля относительно второго при переходе из B в A	20 км/час	1
5	Сокращение расстояние между автомобилями за время перехода первого автомобиля из B в A	$\Delta L = 20 \cdot t_1 = 2/9 L$	2
6	Получение ответа	5 раз	2



2. Легкую катушку тянут за горизонтальную нить так, что точечная масса M , закрепленная на ее оси, имеет ускорение a . При каких коэффициентах трения μ о стол катушка будет катиться без проскальзывания? Радиус большого обода катушки равен R , малого - r . Ускорение свободного падения g .

Возможное решение

В горизонтальном направлении на катушку действуют две силы - сила натяжения нити F , направленная вправо, и сила трения $F_{тр}$, направленная влево. <1 балл>. Записываем 2-й закон Ньютона для движения катушки по горизонтали <2 балла> и баланс моментов сил относительно оси катушки <3 балла>.

$$\begin{cases} Ma = F - F_{тр} , \\ 0 = F_{тр} R - Fr . \end{cases}$$

Из этих уравнений определяем силу трения <2 балла>.

$$F_{тр} = \frac{Mar}{(R - r)} .$$

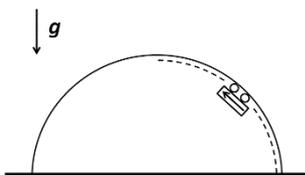
При движении катушки без проскальзывания выполняется неравенство $F_{тр} \leq \mu Mg$. Отсюда получаем неравенство для μ <2 балла>

$$\mu > \frac{ar}{g(R - r)} .$$

Ответ: $\mu > \frac{ar}{g(R - r)} .$

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	Соотношения	Балл
1	Определение сил, действующих по горизонтали,	F и $F_{тр}$	1
2	2-й закон Ньютона для движения по горизонтали	$Ma = F - F_{тр}$	2
3	Баланс моментов сил относительно оси катушки	$0 = F_{тр} R - Fr$	3
4	Нахождение силы трения	$F_{тр} = \frac{Mar}{(R - r)} .$	2
5	Получение ответа	$\mu > \frac{ar}{g(R - r)} .$	2



3. Робот на колёсах находится возле поверхности земли на внутренней поверхности металлического полусферического купола. В колёса вмонтированы магниты. Планируется, что робот стартует с исходного состояния и доедет по внутренней поверхности купола до его вершины при помощи своих магнитных колёс. При какой минимальной силе притяжения магнитов к куполу робот сможет это сделать? При любом угле поворота колёс сила притяжения их к поверхности купола постоянна. Нагрузка распределена по колёсам равномерно. Полная масса робота $m = 70$ кг. Коэффициент трения колёс о купол $\mu = 1$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Размером робота по сравнению с радиусом купола пренебречь.

< haf h` gh_j _ r_ 0 _

> e y l h], h q l h [u j h [h l f h] ^ h [j Z k y ^ h \ j r b g u h g g _ ^ h e _ g k h k z e v a \ Z v k \ g n i j _ g _ c i h \ j o g h k l b d m i h e Z h [h m j ` b \ Z i k y g Z \ g n i j _ g _ c i h \ j o g h k l b d m i h e Z a Z k q z l k b e u i j b l y ` _ g y b f Z j g b l h \ b ^ \ b _ j k y k h g g v f Z e g v d h c k d h j h l k v x \ ^ h e v i h \ j o g h k b z k z l k e u l j b y g f ^ m d h e k z b b i h \ j o g h k v x d m i h e Z

B a n [j z b f l b e u e k l \ m x s b _ g z j h [h z l
A ^ k v F ± k b e Z i j b l y ` _ g y b Z j g b l h \ i d h \ j o g h k b d m i h e Z
K n i f Z k b e ^ _ c k l \ m x s b o g Z j h [h z \ d Z ^ u c f h f _ g l \ j f _ g b j Z g Z
g n e x A Z i b r _ f \ l h j h e z d h g G v x h g ^ e y h [h l Z i j h d p b y o g Z \ z b f g h
i _ j i _ g ^ b d n e y j g _ h l b d h h j ^ g z h ^ z b a d h l h j a i Z Z e e _ e z g
g Z d e h g h c i e h d h k b z k z l _ e g h c d k _ j _ l h q d _ h y z g y j [h z

(L O E I C ... '0
(o d l I C • • 0 [z e z !

B a i j \ h] m j Z g _ g b y k e ^ m l q l h

0 L (F I C ... '0

? l e b d h f i h g g l Z k b e u l y ` _ l k \ ^ h e g z d e h g h c i e h d h k b m g s i n (. ^ e y e x [h] m j e z .
g _ [m _ i j _ u r Z v f Z d k b f Z e g h \ h f a h ` g n x k b e m l j _ g y N l h j h [h l k f h ` _ l ^ h [z v k y
^ h \ j r b g u M z z g g h _ n k e h b _ z i b r _ f l e ^ m x s b f h [j a z f

ä 0 R I C • • 0 < [z e z

I h ^ k Z e y y z g g g h _ \ j Z _ g b _ ^ e y k b j z d p b b h h j u N i h e m z f

ä : (F I C ... '0 ; R I C • • 0

H i k ^ Z l e ^ m l q l h

(R - I C : • • 0 E ä ... '0 ;

M q l b u \ z l h h i e m z f

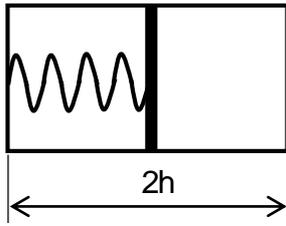
(R I C : • • 0 E ... '0 ; < [z e z

> Z g h _ \ u j Z _ g b _ ^ h e g h \ u i h e y M k y ^ e y e x [h] m j e Z h l ^ h z i h w h f m g m g h
g Z c l b i j b d Z d h f m j e _ . \ u j Z _ g b _ k i j Z Z h l a g Z d Z g _ j Z _ g k l \ Z f Z d k b f Z e g h
B a l j b] h g f _ j b b b a \ k l g h q l h k n i f Z k b g n k Z b d h l o g n k Z h ^ g] l b l h] h ` _ m j e Z h l k b] Z l
f Z d k b f m i Z l d] ^ z h l] m e \ z g z [z e l Z L d f h [j a z f (ä ü á L 3 4 I C N { { r o e

H l \ _ (ä ü á L 3 4 I C N { { r o e [z e !

< h a l i ` g u _ d j b l j b b h p g b \ Z 0 y

	W Z u j r _ g b y	Kh h l g r _ g b y	; Z e e
1	I j Z l b e g h z b k z g \ l h j h z d h g G v x h z	(L O E I C ... '0 (o d l I C • • 0	3
2	K n h j f n e p h \ z d h e p k l \ g g u c d j b l _ j b h l r h k l \ p d h e v _ g b y	ä 0 R I C • • 0	2
3	I h e m g h h [s _ n k e h b _ g z l b e m	(R I C : • • 0 E ... '0 ;	2
4	I j h z g z e k a j h \ z z i j Z z y z k l v g _ j Z _ g k l \ Z b k e z g \ u h ^ h l h q l h j d l b q k d b f m j e h f y \ e l y k y m j h e z	.	2
5	I h e m g b _ q b k e g g h] l h l \ Z	(ä ü á L 3 4 I C N { { r o e	1



4. E_`Zsbc]hjbahglZevgh aZdjuluc pbebg^j
 hkgh\Zgby ^ebgh2h i_j_djul ih^\b`guf ihjrg_f
 hibjZxsbfky gZ ijm`bgm k`khdhkgb gZoh^blky
 jZ\gh_kbb ihk_j^bg_ pbebg^jZ < h[t_f_ k
 \Zdmmf \ h[t_f_ kijZ\Z]_enjbTkb l^Z\ejZgPb_f
 Pbebg^j_iehbahebjh\Zdbf mklZgh\blky ^Z\e_gb
 lh]h dZd hg ijhkhqblky q_j_a aZahj f_`^m ihjrg_f b kl_gdZfb
 ihjrgyKqblZlv qlh \ mklZgh\b\r_fky khklhygbb ihjr_gv g_ ^h
 pbebg^j_Z_ieh_fdhklv f_oZgbq_kdbo we_f_cglH\tdfhgkjljgndpbb
 ijm`bgu ij_g_[@_q\ldhklv ijm`bgu g_ aZ\bkbl hl l_fi_jZlmju

< hafh`gh_ j_r_gb_

< dhgp_ ijhp_kkZ]ZaZe_kjZ\Z b ke_\Z hl khkryg b kjZ\hgZqZev
 k`ZIZy gZ _ebqbgmijm`bgZZkkeZ[blWg_j]by k`Zlhc ijm`bgu
 ij_h[jZam_lky \ l_ieh\mx wg_j]bx qlh ijb_^_k1dZgeZj_\m dhg
 Baf_g_gb_ \gmlj_gg_c wg_j]bb]ZaZ<2[ZeæZ gZ]j_\ dhgkljmd
 ljZlblky l_ieZ< [Ze A^_kv dhg_qgZy l_fi_jZlrbkZdhZh_
 dhg_qgh_ ^Z\e_gb_
 L_fi_jZlmjZ \ dhgp_ ijhp_kkZ k\yaZgZ[tk^Zgeggbf]ZaZuf aZ
 . <2 [ZeæZ

Ba aZdhgZ khojZg_gby wg_j]bb . <2 [ZeæZ

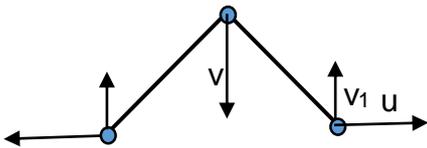
HI_l <2 [ZeæZ

JZa[Zeeh\dZ ih wIziZf

	WIZiu j_r_gby	Khhlg hr_gby	;Ze
1	Hij_^_e_gb_ \deZ^Z wg_ ijm`bgu \ l_ieh\mx wg_j]		1
2	Hij_^_e_gb_ baf_g_gby \ wg_j]pZaZ		2
3	Hij_^_e_gb_ aZljZl l_ieZ dhgkljmdpbb	,	1
4	Nhjfmebjh\dZ h[t_^bg_gg aZdhgZ		2
5	Nhjfmebjh\dZ aZdhgZ kh wg_j]bb		2
6	Ihemq_gb_ hl_lZ		2

5. Ljb h^bgZdh\uo krZh b d gZdh\ZkZfm b aZjy^Zfbk\yaZg g_ufy
 gblyfb h[jZamxl ijZ\bevguckhj_khh]Zfy g b d gm ba gbl_c i_j_`b
 Q_j_a g_dhljh_ \j_fy rZjb d jbyf h r j Z h e m g l u c l j _ m] H e j v _ b _ c e b l _
 kdhjhklv rZjhdZ h^m e x g Z o h ^ y s _] h k y \ i j y f h f m] e _ w l h k j b e l j _ m
 ly`_klb g_l

<hafh`gh_ j_r_gb_



lj_`ih eh`bf qlh p_gljZevguc rZjbc
 kdhjhkw lZjZeeu_evgc khklZ\byxs
 kdhjhkljZcgbo rZjbdhZoh^bf ba aZdh
 khojZg_gby bfimevkZ.<2[ZeeZ!

l_ji_g^bdm e y j g khklZ\byxs kdhjhkdjZcgbo Zjbdh\ gZoh^bf ba mk
 g_jZkly`bfhklbc gbl hldm^Z .

<3[ZeeZ

Ba aZdhgZ khojZg_gby wg_j]bb]^_ .<3[ZeeZ

Hl\l <2[ZeeZ!

JZa[Zeeh\dZ ih wIZiZf

	WIZiu j_r_gby	Khhlg hr_gby	;Ze
1	Nhjfm e b j h \ d Z a Z d h g Z k h c b f i m e v k Z		2
2	Nhjfm e b j h \ d Z m k e h \ b y g _ g b l b		3
3	Nhjfm e b j h \ d Z a Z d h g Z k h c w g _ j] b b	,	3
4	l h e m p _ g l \ _ l Z		2