

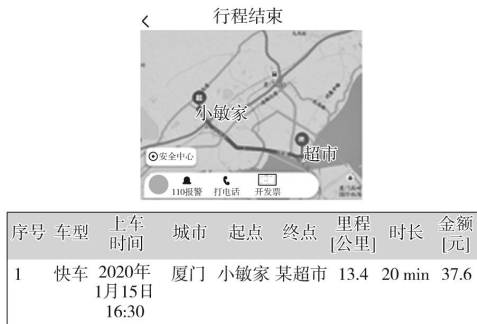
2021 年秋季高三开学摸底考试卷 01

班级_____ 姓名_____ 分数_____

(考试时间: 55 分钟 试卷满分: 110 分)

一、选择题: 本题共 8 小题, 每小题 6 分, 共 8 分。在每小题给出的四个选项中, 第 14~18 题只有一项符合题目要求, 第 19~21 题有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分。

14.手机给人们的生活带来了很多便利, 如以滴滴为代表的出行软件不仅极大地方便了人们的出行, 更是缓解了城市交通中出租车的压力。下图为小敏从家打车到某超市的软件界面截图及该次的行程单, 则 ()



- A. 打车软件根据载客行驶的位移大小进行计费
- B. 研究汽车在此次行程的运动轨迹时, 可以把汽车当作质点
- C. 上车时间中, “16: 30”指的是时间间隔
- D. 利用行程单中的数据可以计算出整个行程的平均速度

【答案】B

【解析】

- A. 打车软件是根据载客行驶的实际轨迹长度即路程来收费的, A 错误;
- B. 研究汽车在此次行程的运动轨迹时, 汽车的大小和形状是次要因素, 可以忽略, 可以把汽车看作质点, B 正确;
- C. “16: 30”上车这个动作发生了, 即“16: 30”指的是时刻, C 错误;
- D. 根据行程单中的数据可以计算出整个行程的平均速率, 不知道位移, 所以无法计算平均速度, D 错误。

故选 B。

15.如图所示是轿车常用的千斤顶, 当摇动把手时, 螺纹轴就能迫使千斤顶的两臂靠拢, 从而将汽车顶起。当车轮刚被顶起时, 汽车对千斤顶的压力为 $1.0 \times 10^5 \text{N}$, 此时千斤顶两臂间的夹角为 120° 。

下列判断正确的是（ ）



- A. 此时千斤顶每臂受到的压力大小均为 $5.0 \times 10^4\text{N}$
- B. 此时千斤顶对汽车的支持力为 $1.0 \times 10^4\text{N}$
- C. 若继续摇动把手，将汽车顶起，千斤顶每臂受到的压力将增大
- D. 若继续摇动把手，将汽车顶起，千斤顶每臂受到的压力将减小

【答案】D

【解析】

- A. 两臂夹角为 120° ，则千斤顶每个臂的压力为 F ，则有

$$2F \cos 60^\circ = mg$$

千斤顶每臂受到的压力为 $1.0 \times 10^5\text{N}$ ，A 错误；

B. 汽车对千斤顶的压力大小为 $1.0 \times 10^5\text{N}$ ，根据牛顿第三定律，千斤顶对汽车的支持力也为 $1.0 \times 10^5\text{N}$ ，B 错误；

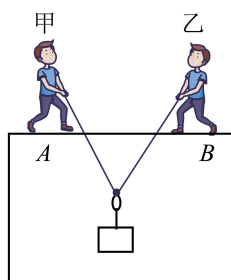
CD. 继续摇动把手，将汽车顶起，根据受力分析有

$$F_N = \frac{mg}{2 \cos \theta}$$

千斤顶两臂夹角减小，每臂受到的压力减小，C 错误、D 正确。

故选 D。

16.在建造房屋的过程中，经常见到建筑工人将重物从高处运到地面，可以简化为如图所示的模型，工人甲和乙站在同一高度手握轻绳，不计重力的光滑圆环套在轻绳上；下端连接一重物，工人甲在 A 点静止不动，工人乙从 B 点缓慢的向 A 点移动一小段距离的过程中，以下分析正确的是（ ）



- A. 绳的拉力大小不变
- B. 工人甲受到地面的摩擦力变大

C. 地面对工人甲的支持力不变

D. 工人乙对轻绳施加的作用力与轻绳对工人乙的作用力是一对平衡力

【答案】C

【解析】

A. 设绳子长度为 L ，甲乙之间的距离为 d ，绳子与竖直方向夹角为 θ ，由几何关系可得

$$d = L \sin \theta$$

工人乙从 B 点缓慢的向 A 点移动一小段距离的过程中，绳子长度不变，距离减小，故 θ 减小；

对圆环受力分析，由平衡条件可得

$$2T \cos \theta = mg$$

工人乙从 B 点缓慢的向 A 点移动一小段距离的过程中，重物的重力不变， θ 减小，因此绳子拉力变小，A 错误；

B. 对工人甲受力分析，由平衡条件可得

$$f = T \sin \theta$$

由上可知， θ 减小，绳子拉力变小，因此工人甲受到地面的摩擦力变小，B 错误；

C. 对工人甲受力分析，由平衡条件可得

$$F_N = T \cos \theta + Mg$$

由上可知

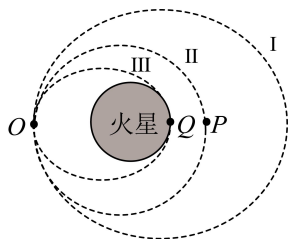
$$2T \cos \theta = mg$$

联立记得： $F_N = Mg + \frac{1}{2}mg$ ，地面对工人甲的支持力与 θ ，大小不变，C 正确；

D. 工人乙对轻绳施加的作用力与轻绳对工人乙的作用力是一对相互作用力，D 错误；

故选 C。

17.2021 年 2 月，“天问一号”探测器成功实施近火制动，进入环火椭圆轨道，并将于今年 5 月择机实施降轨，软着陆火星表面，开展巡视探测等工作。如图所示为探测器经过多次变轨后登陆火星的轨迹示意图，其中轨道 I、III 为椭圆，轨道 II 为圆。探测器经轨道 I、II、III 运动后在 Q 点登陆火星， O 点是轨道 I、II、III 的切点， O 、 Q 还分别是椭圆轨道 III 的远火星点和近火星点。关于探测器，下列说法正确的是（ ）



- A. 由轨道 I 进入轨道 II 需在 O 点加速
- B. 在轨道 II 的运行周期小于沿轨道 III 的运行周期
- C. 在轨道 II 运行的线速度大于火星的第一宇宙速度
- D. 在轨道 III 上，探测器运行到 O 点的线速度小于 Q 点的线速度

【答案】D

【解析】

A. 由轨道 I 进入轨道 II 需在 O 点减速，由高轨道进入低轨道需要点火减速，故 A 错误；

B. 根据周期公式

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$$

可知，轨道半径越大周期越大，所以在轨道 II 的运行周期大于沿轨道 III 的运行周期，故 B 错误；

C. 根据

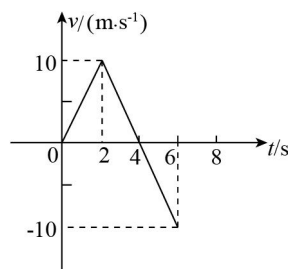
$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

可知，在轨道 II 运行的线速度小于火星的第一宇宙速度，故 C 错误；

D. 根据开普勒第二定律可知，在近地点的线速度大于远地点的线速度，所以在轨道 III 上，探测器运行到 O 点的线速度小于 Q 点的线速度，故 D 正确；

故选 D。

18. 质量为 $m = 2\text{kg}$ 的物体放置在水平桌面上，物体与水平桌面间的动摩擦因数为 $\mu = 0.2$ ，重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 。现对物体施加一水平外力 F ，使其做直线运动，物体的速度时间图像如图所示，则下列判断正确的是 ()



A. 0~6s内物体位移的大小为30m

B. 0~6s内物体的平均速度为5m/s

C. 0~6s内外力 F 的冲量大小为12N·s

D. 0~6s内外力 F 做的功为340J

【答案】C

【解析】

A. 由图像可知在0~2s内，物体加速运动的位移大小为

$$x_1 = 10\text{m}$$

在2~4s内，物体减速运动的位移大小为

$$x_2 = 10\text{m}$$

在4~6s内，物体反向加速运动的位移大小为

$$x_3 = 10\text{m}$$

故0~6s内物体位移的大小为

$$x = x_1 + x_2 - x_3 = 10\text{m}$$

选项A错误；

B. 0~6s内物体的平均速度为

$$\bar{v} = \frac{x}{t} = \frac{5}{3}\text{m/s}$$

选项B错误；

C. 由图像可知在0~2s内，物体加速度大小为

$$a_1 = 5\text{m/s}^2$$

由

$$F_1 - \mu mg = ma_1$$

得

$$F_1 = 14\text{N}$$

在2~4s内，物体加速度大小为

$$a_2 = 5\text{m/s}^2$$

由

$$F_2 + \mu mg = ma_2$$

得

$$F_2 = 6\text{N}$$

在 4~6s 内，物体加速度大小为

$$a_3 = 5\text{m/s}^2$$

由

$$F_3 - \mu mg = ma_3$$

得

$$F_3 = 14\text{N}$$

以初始力 F_1 的方向为正，故 0~6s 内外力的冲量为

$$I = F_1 t_1 - F_2 t_2 - F_3 t_3 = -12\text{N} \cdot \text{s}$$

选项 C 正确；

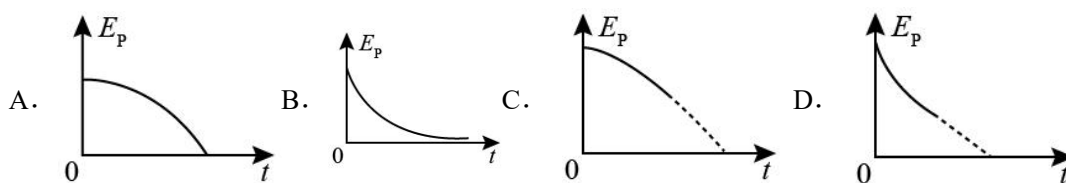
D. 在 0~6s 内

$$W = F_1 x_1 - F_2 x_2 + F_3 x_3 = 220\text{J}$$

选项 D 错误。

故选 C。

19. 假设在无风的天气里，下落的毽子受到的空气阻力与其下落的速度大小成正比，一毽子从高处竖直下落到地面，此过程中毽子的重力势能为 E_p （以地面为 0 势能面），毽子下落全程的 E_p-t 图像可能正确的有（图中实线为曲线，虚线为直线段）（ ）



【答案】AC

【解析】

毽子在某时刻的重力势能

$$E_p = E_{p0} - mgh = E_{p0} - mg \cdot \frac{1}{2} at^2$$

则 E_p-t 图像应该是开口向下，向下弯曲的曲线；因为毽子受空气阻力正比于速度，则

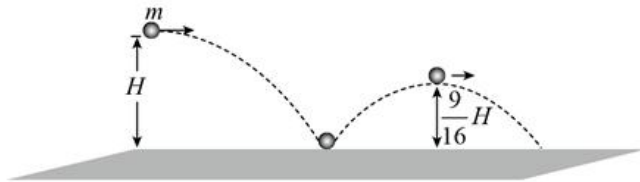
$$a = \frac{mg - kv}{m} = g - \frac{k}{m} v$$

则随速度增加，加速度减小，当加速度减为零时，毽子匀速下落，此时下落的距离随时间均匀减小，

则重力势能随时间均匀减小。若毽子在匀速之前没有落地，则图像为 A；若毽子在落地之前已经匀速，则图像为 C。

故选 AC。

20. 如图所示，一质量为 m 的篮球，可视为质点。从离地面高为 H 处水平抛出，第一次落地后反弹高度为 $\frac{9}{16}H$ 。已知重力加速度为 g ，空气阻力忽略不计。下列说法正确的是（ ）



- A. 篮球在运动过程中机械能守恒
- B. 篮球第一次着地的竖直分速度为 $\sqrt{2gH}$
- C. 篮球第二次反弹的最高点一定是 $\frac{2}{16}H$
- D. 篮球反弹第一次的最高点的重力势能比抛出点减少了 $\frac{7}{16}mgH$

【答案】BD

【解析】

A. 篮球与地面撞击机械能损失，机械能不守恒，故 A 错误；

B. 篮球第一次着地的竖直分速度为

$$v_y^2 - 0 = 2gH$$

解得

$$v_y = \sqrt{2gH}$$

故 B 正确；

CD. 篮球第一次与地面碰撞的损失的能量为

$$\Delta E = mg\Delta h = mg\left(H - \frac{9}{16}H\right) = \frac{7}{16}mgH$$

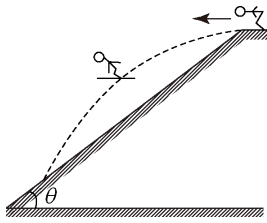
即篮球反弹第一次的最高点的重力势能比抛出点减少了 $\frac{7}{16}mgH$ ；第二次与地面碰撞损失的能量不一定等于 $\frac{7}{16}mgH$ ，所以第二次反弹的最高点不一定是 $\frac{2}{16}H$ ，故 C 错误，D 正确。

故选 BD。

故选 BD。

21. 高台跳雪是冬奥会的比赛项目之一。如图所示，某高台跳雪运动员（可视为质点）从雪道末端先

后以初速度之比 $v_1: v_2=3: 4$ 沿水平方向飞出，不计空气阻力，则运动员从飞出到落到雪坡上的整个过程中（ ）



- A. 运动员先后在空中飞行的时间不相同
- B. 运动员先后落在雪坡上的速度方向不同
- C. 运动员先后落在雪坡上动量的变化量之比为 3 : 4
- D. 运动员先后落在雪坡上动能的增加量之比为 3 : 4

【答案】 AC

【解析】

A. 由平抛运动规律有

$$x = v_0 t$$

$$y = \frac{1}{2} g t^2$$

位移偏角即雪坡倾角，可得

$$\tan \theta = \frac{y}{x}$$

联立解得

$$t = \frac{2v_0 \tan \theta}{g}$$

运动员飞行的时间 t 与 v_0 成正比，故运动员先后在空中飞行的时间不相同，A 正确；

B. 运动员落至雪坡的速度偏角满足

$$\tan \alpha = \frac{v_y}{v_0} = \frac{gt}{v_0}$$

对比位移偏角可得

$$\tan \alpha = 2 \tan \theta$$

落到雪坡上位移偏角相同，则速度偏角也相同，B 错误；

C. 由于运动员飞行的时间 t 与 v_0 成正比得

$$t_1 : t_2 = 3 : 4$$

运动员飞行过程，由动量定理有

$$\Delta p = mgt$$

故运动员先后落在雪坡上动量的变化量之比为 3 : 4，C 正确；

D. 由动能定理可得

$$\Delta E_k = mg \cdot y = \frac{1}{2} mg^2 t^2$$

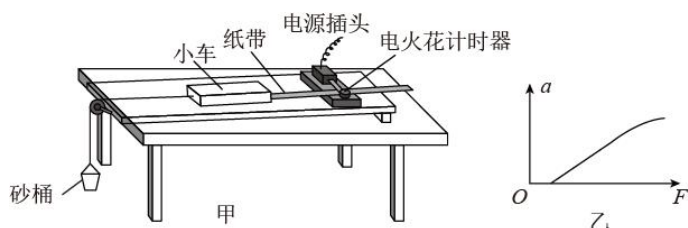
运动员先后落在雪坡上动能的增加量与时间的平方成正比，故动能的增加量之比为 9 : 16，D 错误。

故选 AC。

二、非选择题：第 22~24 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 33~34 题为选考题，考生根据要求作答。

(一) 必考题

22. 用如图甲所示的实验装置，探究加速度与力、质量的关系实验中，将一端带定滑轮的长木板放在水平实验桌面上，实验小车通过轻细绳跨过定滑轮与砂桶相连，小车与纸带相连，打点计时器所用交流电的频率为 $f=50\text{ Hz}$ 。平衡摩擦力后，在保持实验小车质量不变的情况下，放开砂桶，小车加速运动，处理纸带得到小车运动的加速度为 a ；改变砂桶中沙子的质量，重复实验三次。

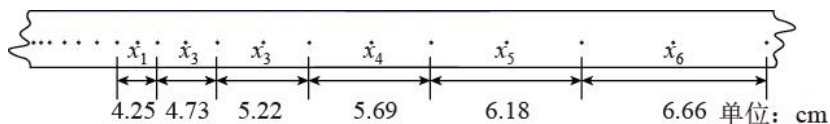


(1) 在验证“质量一定，加速度 a 与合外力 F 的关系”时，某学生根据实验数据作出了如图乙所示的 $a-F$ 图像，其中图线不过原点并在末端发生了弯曲现象，产生这两种现象的原因可能有

_____。

- A. 木板右端垫起的高度过小（即平衡摩擦力不足）
- B. 木板右端垫起的高度过大（即平衡摩擦力过度）
- C. 砂桶和沙子的总质量 m 远小于小车和砝码的总质量 M （即 $m \ll M$ ）
- D. 砂桶和沙子的总质量 m 未远小于小车和砝码的总质量 M

(2) 实验过程中打出的一条理想纸带如图丙所示，则小车运动的加速度 $a =$ _____ m/s^2 。（结果保留 2 位有效数字）



丙

(3)某同学想利用该实验装置测出金属铝块和木板间动摩擦因数，进行了如下操作：

①将长木板重新平放于桌面上

②将小车更换为长方体铝块，为了能使细绳拖动铝块在木板上滑动时产生明显的加速度，又往砂桶中添加了少许砂子，并测得砂桶和砂子的总质量为 m ，铝块的质量为 M (m 不再远小于 M)。

③多次实验测得铝块的加速度大小为 a

请根据以上数据 (M 、 m 、 a 、 g)，写出动摩擦因数 $\mu =$ _____。

【答案】 AD 3.0 $\frac{mg - (M + m)a}{Mg}$

【解析】

(1)[1]AB. 图线不经原点且在具有一定的拉力 F 后，小车方可有加速度，所以木板右端垫起的高度太小，即平衡摩擦力不足，A 正确，B 错误；

CD. 图线末端产生了弯曲现象，是因为砂桶和沙子的总质量 m 没有远小于小车和砝码的总质量 M ，C 错误，D 正确。

故选 AD。

(2)[2]交流电的频率 $f = 50\text{Hz}$ ，相邻两计数点间还有一个点，则两计数点间的时间间隔是 $T = 0.04\text{s}$ ，由 $\Delta x = aT^2$ ，可得小车运动的加速度

$$a = \frac{(x_4 + x_5 + x_6) - (x_1 + x_2 + x_3)}{9T^2} = \frac{(5.69 + 6.18 + 6.66) - (4.25 + 4.73 + 5.22)}{9 \times 0.04^2} \times 10^{-2} \text{ m/s}^2 = 3.0 \text{ m/s}^2$$

(3)[3]因为砂桶和沙子的总质量 m 不再远小于铝块的质量 M ，由牛顿第二定律可知

$$mg - \mu Mg = (M + m)a$$

解得

$$\mu = \frac{mg - (M + m)a}{Mg}$$

23.某同学利用图 1 中的实验装置探究机械能变化量与力做功的关系，所用器材有：一端带滑轮的长木板、轻细绳、50g 的钩码若干、光电门 2 个、数字计时器、带遮光条的滑块（质量为 200g，其上可放钩码）、刻度尺，当地重力加速度为 9.80m/s^2 ，实验操作步骤如下：

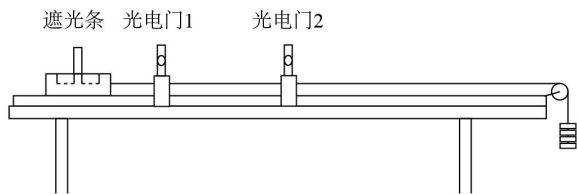


图1

- ①安装器材，调整两个光电门距离为50.00cm，轻细绳下端悬挂4个钩码，如图1所示；
- ②接通电源，释放滑块，分别记录遮光条通过两个光电门的时间，并计算出滑块通过两个光电门的速度；
- ③保持最下端悬挂4个钩码不变，在滑块上依次增加一个钩码，记录滑块上所载钩码的质量，重复上述步骤；
- ④完成5次测量后，计算出每次实验中滑块及所载钩码的总质量 M 、系统（包含滑块、滑块所载钩码和轻细绳悬挂钩码）总动能的增加量 ΔE_k 及系统总机械能的减少量 ΔE ，结果如下表所示：

M / kg	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
$\Delta E_k / \text{J}$	0.582	0.490	0.392	0.294	0.195
$\Delta E / \text{J}$	0.393	0.490		0.686	0.785

回答下列问题：

- (1) 实验中轻细绳所悬挂钩码重力势能的减少量为_____J（保留三位有效数字）；
- (2) 步骤④中的数据所缺数据为_____；
- (3) 若 M 为横轴， ΔE 为纵轴，选择合适的标度，在图2中绘出 $\Delta E - M$ 图像_____；

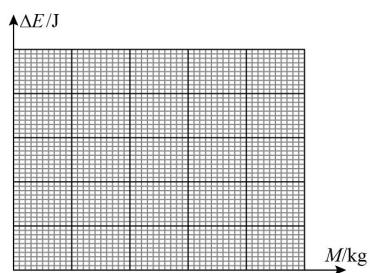
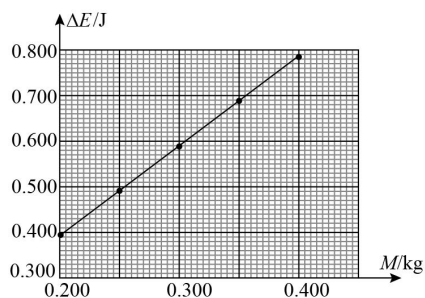


图2

若系统总机械能的减少量等于克服摩擦力做功，则物块与木板之间的摩擦因数为_____（保留两位有效数字）

【答案】 0.980 0.588



0.40 (0.38~0.42)

【解析】

(1) [1]四个钩码重力势能的减少量为

$$\Delta E_p = 4mgL = 4 \times 0.05 \times 9.8 \times 0.5 \text{ J} = 0.980 \text{ J}$$

(2) [2]对滑块和钩码构成的系统，由能量守恒定律可知

$$4mgL - W_f = \frac{1}{2}(4m + M)v_2^2 - \frac{1}{2}(4m + M)v_1^2$$

其中系统减少的重力势能为

$$\Delta E_p = 4mgL$$

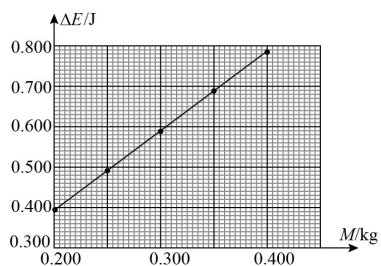
系统增加的动能为

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}(4m + M)v_2^2 - \frac{1}{2}(4m + M)v_1^2$$

系统减少的机械能为 $\Delta E = W_f$ ，则代入数据可得表格中减少的机械能为

$$\Delta E_4 = 0.98 - 0.392 = 0.588 \text{ J}$$

(3) [3]根据表格数据描点得 $\Delta E - M$ 的图像为



[4]根据做功关系可知

$$\Delta E = \mu MgL$$

则 $\Delta E - M$ 图像的斜率为

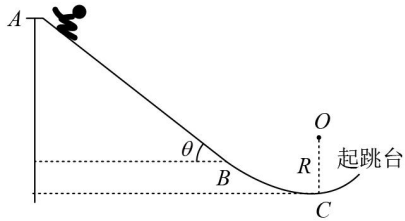
$$k = \mu gL = \frac{0.785 - 0.393}{0.4 - 0.2} = 1.96$$

解得动摩擦因数为

$$\mu = 0.40 \quad (0.38-0.42)$$

24.2022年冬奥会将在北京举行，跳台滑雪是其中最具观赏性的项目之一、如图所示，质量 $m=60\text{kg}$ 的运动员从长直助滑道 AB 的 A 处由静止开始匀加速滑下，下滑时受到平均阻力 $f=120\text{N}$ ，滑道 AB 的长度 $L=72\text{m}$ ，与水平方向的夹角 $\theta=37^\circ$ 。为了改变运动员的运动方向，在助滑道与起跳台之间用一段弯曲滑道衔接，其中最低点 C 处附近是一段以 O 为圆心的圆弧。运动员到达最低点 C 的速度 $v_C=25\text{m/s}$ ，取 $g=10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ 求：

- (1) 运动员下滑时加速度 a 的大小；
- (2) 运动员到达助滑道末端 B 时速度 v_B 的大小；
- (3) 若运动员能够承受的最大压力为其所受重力的 6 倍，则 C 点所在圆弧的半径 R 至少应为多大。



【答案】 (1) 4m/s^2 ; (2) 24m/s ; (3) 12.5m

【解析】

(1) 运动员在滑道 AB 上时，由牛顿第二定律可得

$$mg \sin \theta - f = ma$$

解得运动员下滑时加速度的大小为

$$a = 4\text{m/s}^2$$

(2) 由位移速度公式可得

$$v_B^2 = 2aL$$

解得

$$v_B = 24\text{m/s}$$

(3) 在 C 点由向心力公式可得

$$N - mg = m \frac{v_C^2}{R}$$

由题意可知

$$N = 6mg$$

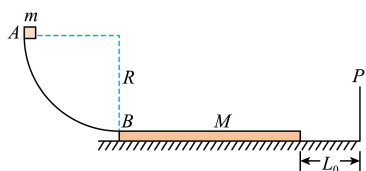
联立解得

$$R = 12.5\text{m}$$

即 C 点所在圆弧的半径 R 至少应为 12.5m 。

25. 如图所示, 半径为 R 的 $\frac{1}{4}$ 光滑圆弧轨道固定在竖直平面内, 一滑板静止在光滑水平地面上, 左端紧靠轨道下端 B 点, 上表面与圆弧轨道末端相平。离滑板右端 $L_0 = \frac{R}{2}$ 处有一竖直固定的挡板 P 。一质量为 m 的物块 (可视为质点) 从圆弧轨道顶端 A 点由静止开始沿轨道滑下, 经 B 点滑上滑板。已知滑板质量 $M = 2m$, 物块与滑板间的动摩擦因数 $\mu = 0.5$, 重力加速度为 g 。滑板与挡板碰撞时立刻反弹且没有机械能损失, 滑板返回 B 点时即被锁定而保持静止。滑板足够长使物块总不能滑至滑板右端。

- (1) 求物块滑到 B 点时对圆弧轨道的压力;
- (2) 求滑板与挡板 P 碰撞前瞬间物块的速度大小;
- (3) 滑板与挡板碰撞之后物块有一段时间在做加速运动, 求这段时间内滑板的速度范围。



【答案】 (1) $F=3mg$; (2) $v_1 = \frac{\sqrt{2gR}}{3}$; (3) $\frac{\sqrt{2gR}}{9} \leq v_M \leq \frac{\sqrt{2gR}}{6}$

【解析】

(1) 物块由 A 到 B 的运动过程, 只有重力做功, 机械能守恒。设物块滑到 B 点的速度大小为 v_0 , 有

$$mgR = \frac{1}{2}mv_0^2$$

解得

$$v_0 = \sqrt{2gR}$$

在 B 点

$$F - mg = m\frac{v_0^2}{R}$$

解得

$$F=3mg$$

(2) 假设滑板与 P 碰撞前, 物块与滑板具有共同速度 v_1 , 取向右为正, 由动量守恒定律

$$mv_0 = (m + M)v_1$$

设此过程滑板运动的位移为 s , 由动能定理

$$\mu mgs = \frac{1}{2} Mv_1^2 - 0$$

联立解得

$$v_1 = \frac{\sqrt{2gR}}{3}$$
$$s = \frac{v_1^2}{\mu g} = \frac{4R}{9} < L_0 = \frac{R}{2}$$

所以假设成立，滑板与挡板 P 碰撞前瞬间物块的速度大小为

$$v_1 = \frac{\sqrt{2gR}}{3}$$

(3) 由于滑板与挡板的碰撞没有机械能损失，所以滑板与挡板 P 碰撞后速度 v_1 大小不变，只是方向向左。此后滑板作匀减速运动，物块先向右减速，再向左加速运动。设两者第二次具有共同速度为 v_2 ，取向左为正，由动量守恒定律有

$$Mv_1 - mv_1 = (m + M)v_2$$

设此时滑板离 P 的距离为 s' ，由动能定理

$$-\mu mgs' = \frac{1}{2} Mv_2^2 - \frac{1}{2} Mv_1^2$$

解得

$$v_2 = \frac{v_1}{3} = \frac{\sqrt{2gR}}{9}$$
$$s' = \frac{v_1^2}{\mu g} = \frac{32R}{81} < L_0 = \frac{R}{2}$$

说明滑板与物块具有共同速度时还没有返回到 B 点，两者能够第二次达到共同速度。

设当物块的速度减为零时，滑板速度为 v_3 ，取向左为正，有

$$Mv_1 - mv_1 = Mv_3$$

解得

$$v_3 = \frac{v_1}{2} = \frac{\sqrt{2gR}}{6}$$

所以，物块加速运动阶段的速度范围为

$$0 \leq v_m \leq \frac{\sqrt{2gR}}{9}$$

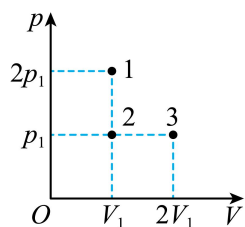
此阶段滑板的速度范围为

$$\frac{\sqrt{2gR}}{9} \leq v_M \leq \frac{\sqrt{2gR}}{6}$$

(二) 选考题:

[物理——选修 3-3]

33. (1) 如图所示, 在 p - V 图中, 1、2、3 三个点代表某容器中一定质量理想气体的三个不同状态, 对应的温度分别是 T_1 、 T_2 、 T_3 。用 N_1 、 N_2 、 N_3 分别表示这三个状态下气体分子在单位时间内撞击容器壁上单位面积的次数, 用 n_1 、 n_2 、 n_3 分别表示这三个状态下单位体积内的气体分子数, 则 T_1 _____ T_3 , n_2 _____ n_3 。(填“>”、“=”或“<”)



【答案】 = >

【解析】

[1] 由于在 1、3 两状态下, 有

$$2p_1V_1 = p_12V_1$$

则这是等温过程, 所以 $T_1 = T_3$ 。

[2] 根据

$$\frac{pV}{T} = k$$

可知

$$T_3 = T_1 > T_2$$

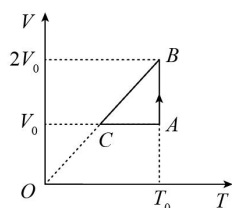
则

由于在 3 状态比 2 状态的温度高则其分子的平均动能较大, 对容器壁的冲击力较大, 但是它的压强与状态 2 时的压强相同, 则说明要 2 状态时气体分子在单位时间内撞击容器壁上单位面积的次数比 3 状态时多, 有 $n_2 > n_3$ 。

(2) 一定质量的理想气体的体积 V 与热力学温度 T 的关系图像如图所示, 气体在状态 A 时的压强 $p_A = p_0$, 温度 $T_A = T_0$, 线段 AB 与 V 轴平行, BC 的延长线过原点。求:

(1) 气体从状态 A 变化到状态 B 的过程中, 对外界做的功为 15J, 该过程中气体吸收的热量为多少;

(2) 气体在状态 C 时的压强 p_c 和温度 T 。



【答案】(1) 15J; (2) $p_C = \frac{1}{2}p_0$, $T_C = \frac{1}{2}T_0$

【解析】

(1) A 状态至 B 状态过程是等温变化, 气体内能不变, 即 $\Delta U=0$, 气体对外界做功

$$W = -15\text{J}$$

根据热力学第一定律有

$$\Delta U = W + Q$$

解得

$$Q = -W = 15\text{J}$$

(2) 由 B 到 C 做等压变化, 根据盖吕萨克定律得

$$\frac{V_B}{T_B} = \frac{V_C}{T_C}$$

解得

$$T_C = \frac{1}{2}T_0$$

A 到 C 做等容变化, 根据查理定律得

$$\frac{p_A}{T_A} = \frac{p_C}{T_C}$$

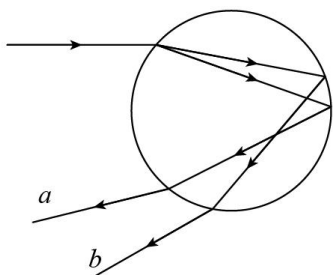
解得

$$p_C = \frac{1}{2}p_0$$

[物理——选修 3-4]

34. (1) “拂霞疑电落, 腾虚状写虹”出自李世民的《咏兴国寺佛殿前瀑》, 描述了虹这一自然现象。

如图所示, 虹是阳光经过空中的水滴时, 再通过折射和反射形成的, 其中 a 、 b 是两种不同频率的单色光, 则在真空中 a 的传播速度_____ (选填“大于”、“等于”或“小于”) b 的传播速度, b 比 a 的波长更_____ (选填“长”或“短”)。



【答案】等于 长

【解析】

[1]光速在真空中恒定，故 a 、 b 在真空中传播的速度相等；

[2]由题图可知，水滴对 a 的折射率大于对 b 的折射率，根据

$$n = \frac{c}{v}$$

$$v = \lambda f$$

可以确定 b 的波长比 a 的波长更长。

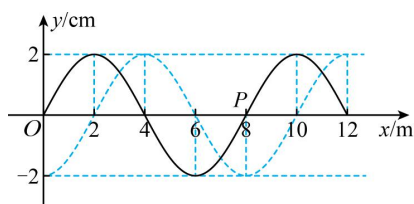
(2) 一列简谐横波在 x 轴上传播，在 $t_1 = 0$ 和 $t_2 = 0.5\text{s}$ 时，其波形分别用如图所示的实线和虚线表示，

求：

(1) 这列波可能具有的波速；

(2) 当波速为 28m/s 时，波的传播方向如何？以此波速传播时， $x = 8\text{m}$ 处的质点从 t_1 开始计时， $\frac{3}{14}\text{s}$

内通过的路程。



【答案】 (1) $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2+8n}{0.5} = (4+16n)\text{m/s}(n=1,2,3\cdots)$ 、 $v' = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6+8n}{0.5} = (12+16n)\text{m/s}(n=1,2,3\cdots)$ ；

(2) 向 x 轴负方向传播， 6cm

【解析】

(1) 若波沿 x 轴正向传播，则

$$\Delta x = \Delta x_1 + n\lambda = (2+8n)(n=1,2,3\cdots)$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2+8n}{0.5} = (4+16n)\text{m/s}(n=1,2,3\cdots)$$

若波沿 x 轴负向传播，则

$$\Delta x = \Delta x_2 + n\lambda = (6+8n)(n=1,2,3\cdots)$$

$$v' = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6+8n}{0.5} = (12+16n)\text{m/s}(n=1,2,3\cdots)$$

(2) 当波速为 28m/s 时，有

$$28\text{m/s} = (12+16n)\text{m/s}, n=1$$

所以波向 x 轴负向传播，周期

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{8}{28} \text{s} = \frac{2}{7} \text{s}$$

则 $x = 8\text{m}$ 处的质点从 t_1 开始计时, $\frac{3}{14}\text{s}$ 内通过的路程

$$s = \frac{\frac{3}{14}}{\frac{2}{7}} \times 4A = 6\text{cm}$$