

本试卷共 8 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题纸上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题纸一并交回。

第一部分

本部分共 10 题，每题 3 分，共 30 分。在每题给出的四个选项中，有的题只有一个选项是正确的，有的题有多个选项是正确的。全部选对的得 3 分，选不全的得 2 分，有选错或不答的得 0 分。把正确的答案填涂在答题纸上。

1. 如图 1 所示，悬吊重物的轻质细绳 OA 被一水平轻质细绳 OB 牵引， O 为结点，绳 OA 与竖直方向夹角为 θ 。若悬吊物所受重力的大小为 G ，绳 OA 和绳 OB 所受拉力的大小分别为 T_A 和 T_B 。下列判断正确的是

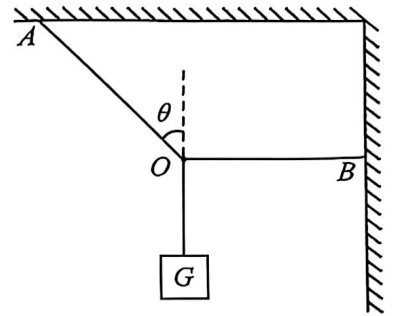


图 1

- A. $T_A = G \cos \theta$ B. $T_A = \frac{G}{\cos \theta}$
 C. $T_B = G \tan \theta$ D. $T_B = \frac{G}{\tan \theta}$

2. 如图 2 所示， A 、 B 两点分别位于大、小两轮的边缘，大轮半径 O_1A 是小轮半径 O_2B 的 2 倍， C 点是 O_1A 的中点，两轮之间靠摩擦传动，且没有相对滑动。关于 A 、 B 、 C 三点的角速度的大小 ω_A 、 ω_B 、 ω_C ，以及线速度的大小 v_A 、 v_B 、 v_C 的关系正确的是

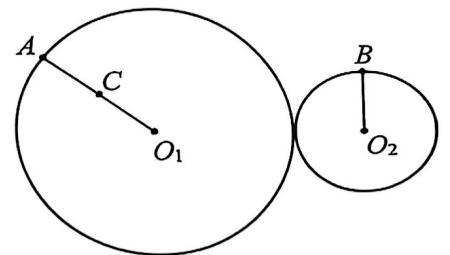


图 2

- A. $\omega_A = \omega_C = 2\omega_B$ B. $2\omega_A = 2\omega_C = \omega_B$
 C. $v_A = v_C = 2v_B$ D. $v_A = v_B = 2v_C$

3. 位于坐标原点处的波源 S 发出一列沿 x 轴正方向传播的简谐横波。 $t = 0$ 时，波源 S 开始振动，其振动图像如图 3 所示。 $t = 1.0 \text{ s}$ 时， $x = 1.0 \text{ m}$ 处的质点 A 开始振动。下列说法正确的是

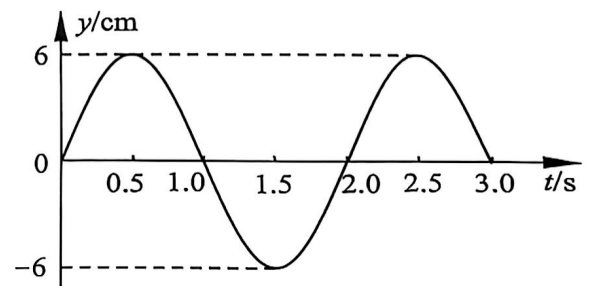


图 3

- A. 这列波的波速为 1.0 m/s
 B. $t = 0$ 时，波源 S 沿 y 轴负方向开始振动
 C. 从 $t = 0$ 到 $t = 2.0 \text{ s}$ ，质点 A 通过的路程为 12 cm
 D. $t = 1.0 \text{ s}$ 时，质点 A 和波源 S 相位相反

4. 如图 4 所示，圆盘在水平面内绕中心轴匀速转动，其上一小物体随圆盘一起转动。下列说法正确的是

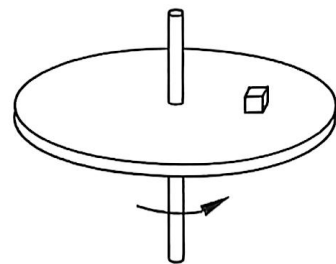


图 4

- A. 小物体受重力、支持力、向心力和摩擦力
- B. 小物体所受合力的方向沿运动轨迹的切线方向
- C. 若圆盘突然停止转动，小物体在圆盘上将不受摩擦力
- D. 若圆盘突然停止转动，小物体在圆盘上将做直线运动

5. 2025 年 5 月 14 日，我国成功发射全球首个太空计算卫星星座，开创了人类将超级计算能力部署至太空的新纪元。该卫星星座中的某颗卫星绕地球做匀速圆周运动，距离地面高度约 500 km，运行周期约 95 min。下列说法正确的是

- A. 该卫星运行的轨道半径小于地球同步卫星运行的轨道半径
- B. 该卫星绕地球做圆周运动的速度大于 7.9 km/s
- C. 该卫星绕地球做圆周运动的向心加速度大于地球表面的重力加速度
- D. 若已知地球半径和引力常量，结合题干信息，则可估算出地球的质量

6. 如图 5 所示，质量为 M 的长方形铁箱在水平拉力 F 的作用下沿光滑水平面向右加速运动。铁箱内有一质量为 m 的木块恰能在铁箱后壁上与铁箱保持相对静止。设木块与铁箱之间的最大静摩擦力和滑动摩擦力大小相等。重力加速度为 g 。下列说法正确的是

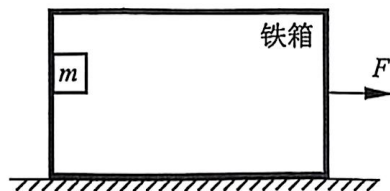


图 5

- A. 木块受到铁箱内壁的摩擦力大小为 F
- B. 木块与铁箱内壁间的动摩擦因数 $\mu = \frac{(M + m)g}{F}$
- C. 若减小 F ，则木块受到铁箱内壁的摩擦力一定不变
- D. 若使铁箱突然停止运动，则木块将做匀变速曲线运动

7. 某同学利用手机加速度传感器研究手机沿竖直方向的运动情况。该同学进行了如下操作：打开加速度传感器应用程序，将手机屏幕向上平放在手掌上，手掌迅速向下运动，让手机脱离手掌自由下落一段距离，再接住手机。加速度传感器记录了手机沿竖直方向运动的加速度 a 随时间 t 的变化图线，如图 6 所示。下列说法正确的是

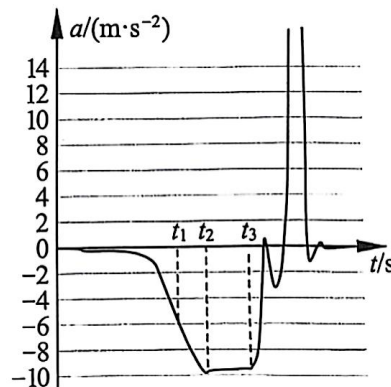


图 6

- A. $t_1 \sim t_2$ 时间内，手机做匀加速直线运动
- B. $t_1 \sim t_3$ 时间内，手机处于失重状态
- C. t_3 时刻，手机的速度达到最大值
- D. $0 \sim t_1$ 时间内手掌对手的冲量大于 $t_1 \sim t_2$ 时间内手掌对手的冲量

8. 如图 7 所示，一小滑块（可视为质点）从固定的粗糙斜面底端以初速度 v_0 沿斜面上行，经过一段时间沿斜面返回底端。关于整个过程，下列说法正确的是

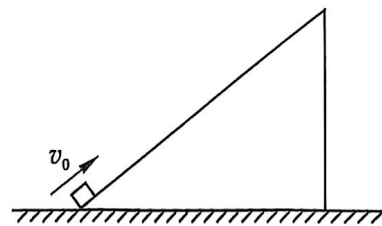


图 7

- A. 小滑块运动的总时间 t 与 v_0 的大小成正比
- B. 小滑块运动的平均速度 \bar{v} 的大小与 v_0 的大小成正比
- C. 由于摩擦产生的热量 Q 与 v_0 的大小成正比
- D. 小滑块所受摩擦力的平均功率 \bar{P} 与 v_0 的大小成正比

9. 一小球以初速度 v_0 竖直向上抛出，经过时间 t_1 落回抛出点，小球上升的最大高度为 H 。整个运动过程中，小球所受空气阻力的大小与速度的大小成正比。规定抛出点处小球的重力势能为零，以抛出点为原点，取竖直向上为正方向。图 8 中可能正确反映整个运动过程中，小球速度 v 随时间 t 、加速度 a 随时间 t 、重力势能 E_p 随位移 y 、机械能 E 随位移 y 的变化关系的是

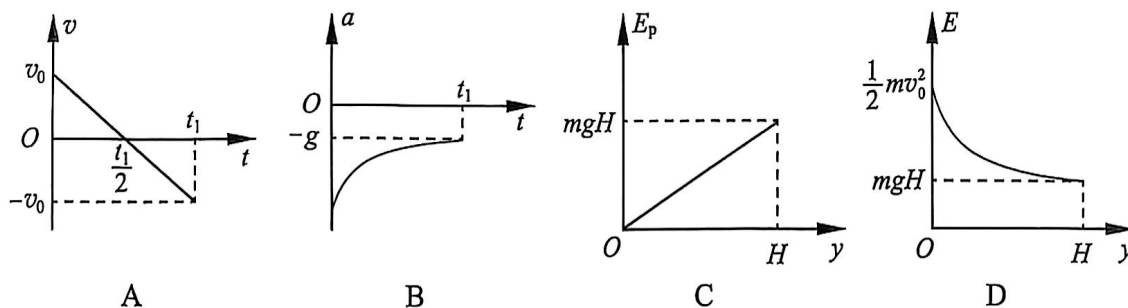


图 8

10. “蛟龙号”深海载人潜水器展现了我国海洋科技的硬实力。某同学了解到潜水器在完成深海作业后，会抛掉部分压载铁（一种配重装置）来减轻潜水器的自重以实现上浮。已知在海平面 1000 m 以下时，海水的密度 ρ 随深度 h 的关系近似为 $\rho = \rho_0 + k(h - 1000)$ （其中 ρ_0 为海平面以下 1000 m 处海水的密度， $k > 0$ 且为常量）。为了研究卸掉压载铁后的潜水器上浮的过程，该同学作出如下假设：

- ①潜水器体积为 V ；
- ②潜水器受到的海水阻力恒定；
- ③不考虑重力加速度 g 的变化；
- ④初始时潜水器处于悬浮状态，卸掉部分压载铁后，潜水器由静止开始上浮一段距离（始终位于海平面 1000 m 以下）后速度减为 0。

在该同学假设的基础上进行分析，下列判断合理的是

- A. 潜水器速度减为 0 时一定处于悬浮状态
- B. 对相同的初、末位置，若潜水器沿不同路径上浮，则浮力对潜水器做功不同
- C. 竖直上浮过程中，潜水器通过任意连续两段相同的距离，浮力对潜水器做功的差为定值
- D. 竖直上浮过程中，潜水器做简谐运动，其所受合力的大小与它离开“平衡位置”的距离的比为 kgV

第二部分

本部分共 8 题，共 70 分。

11. (7 分) 用如图 9 所示装置探究加速度与力、质量的关系。

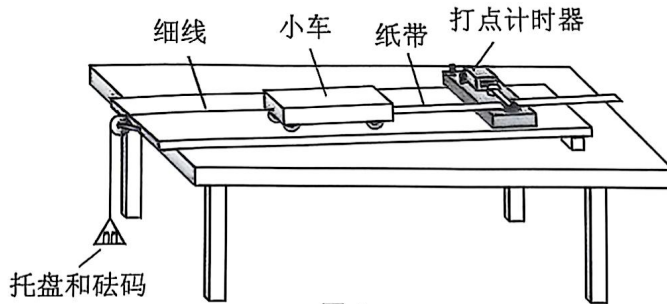


图 9

(1) 关于本实验，下列做法正确的是_____。(选填选项前的字母)

- A. 打点计时器接在交流电源上
- B. 实验时先释放小车再接通电源
- C. 细线可以与木板不平行

(2) 实验中打出的一条纸带如图 10 所示， A 、 B 、 C 为依次选取的三个计数点，相邻计数点间的时间间隔为 T ，则小车的加速度 $a =$ _____。

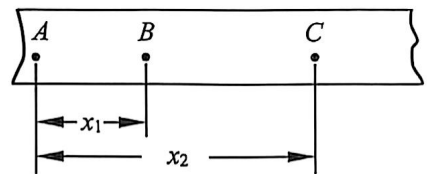


图 10

(3) 在不挂托盘的情况下，某同学平衡摩擦力和其他阻力后进行实验，实验中保持小车质量不变，通过改变放入托盘中的砝码的个数（每个砝码的质量均相同），得到小车的加速度 a 随砝码个数 n 变化的关系图线，图 11 中可能正确的是_____。

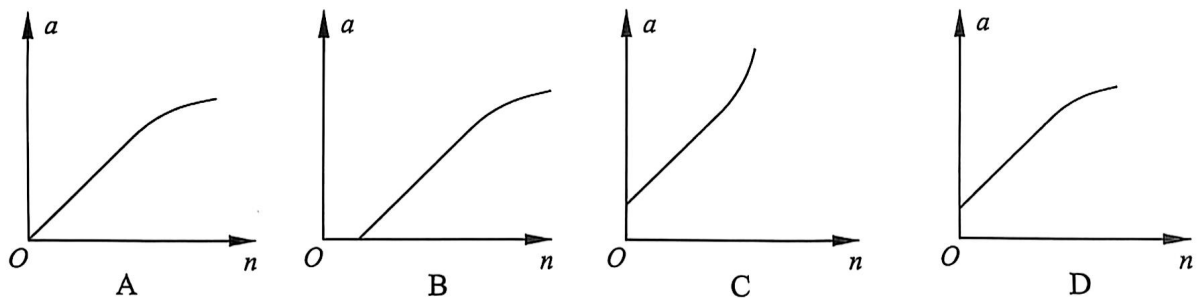


图 11

12. (8分) 实验小组设计方案验证机械能守恒定律。

(1) 甲组同学设计了图 12 所示的实验装置进行实验。

①为了完成实验，甲组同学选择从重物开始下落的位置至某一位置的过程进行研究，必须_____。(选填选项前的字母)

- A. 测量重物下落的时间
- B. 测量重物下落的高度
- C. 计算重物下落至某位置的速度

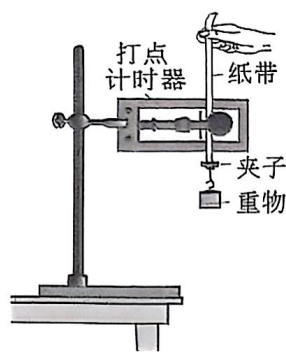


图 12

②实验中，某同学接通电源后释放重物，得到一条纸带。在纸带上选取多个计数点，测量它们到起始点的距离 h ，计算计数点对应的重物速度 v ，描绘 $v^2 - h$ 图像，得到一条斜率为 k_0 的直线。在实验误差允许范围内，若斜率 k_0 与当地重力加速度 g 的关系满足 $k_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ ，则可认为重物下落过程中机械能守恒。

(2) 乙组同学设计了图 13 所示装置验证机械能守恒定律。

已知弹簧的弹性势能 $E_p = \frac{1}{2} kx^2$ ， k 为弹簧的劲度系数， x 为弹簧形变量。

实验中，乙组同学先测得小球静止时力传感器的示数 F_0 ，然后用手将小球缓慢向上托起，当传感器示数恰好为 0 时静止释放小球，再测得小球下落过程中传感器示数的最大值 F_m 。更换不同质量的小球，重复上述实验，得到多组 F_0 、 F_m 。

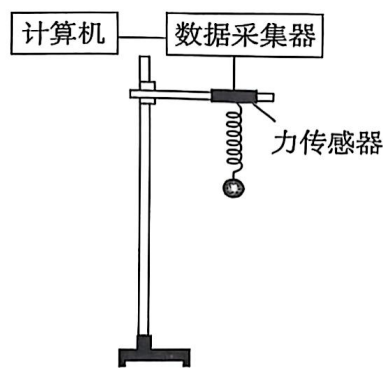


图 13

该组同学进一步作出 $F_0 - F_m$ 图像，并作如下判断：若图像是一条过原点的直线，且斜率接近 $\frac{1}{2}$ ，则小球与弹簧及地球组成的系统机械能守恒。不计弹簧的质量，且弹簧始终处于弹性限度范围内。

判断该组同学的设计方案是否合理，并说明理由。

13. (8分) 如图 14 所示，一质量 $m = 1.0 \text{ kg}$ 的物体静止在水平地面上， $t = 0$ 时，用一大小为 20 N、与水平方向成 $\theta = 37^\circ$ 斜向右下方的力 F 推物体，使物体沿水平地面做匀加速直线运动。已知物体与地面间的动摩擦因数 $\mu = 0.5$ ，取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。求：

- (1) 物体的加速度大小 a 。
- (2) 物体前 2.0 s 内通过的位移大小 x 。
- (3) $t = 2.0 \text{ s}$ 时，力 F 的瞬时功率 P 。

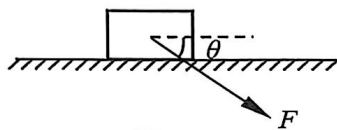


图 14

14. (8分) 如图 15 所示, 长度为 L 的水平粗糙轨道 AB 与竖直面内半径为 R 的光滑半圆形轨道 BC 在 B 点处平滑连接。一小物体 (可视为质点) 以 $\sqrt{7gR}$ 的初速度沿水平轨道 AB 从 A 点运动至 B 点后, 进入半圆形轨道 BC , 并恰能通过轨道最高点 C 。

重力加速度为 g 。求:

- (1) 小物体通过 C 点时的速度大小 v_C 。
- (2) 小物体经过 B 点时的动能 E_k 。
- (3) 水平粗糙轨道与物体间的动摩擦因数 μ 。

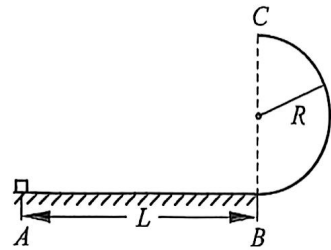


图 15

15. (8分) 碰撞是常见的现象。

- (1) 如图 16 所示, 位于光滑水平面上的滑块 A 和 B 均可视为质点, 滑块 B 左端固定一轻质弹簧。已知滑块 A 的质量为 m_A , 滑块 B 的质量为 m_B 。初始时滑块 B 静止, 滑块 A 以速度 v_0 向右运动。求:

- a. 当弹簧被压缩至最短时, 滑块 B 的速度大小 v 。
- b. 当弹簧恢复原长时, 滑块 A 和 B 的速度大小 v_A 和 v_B 。

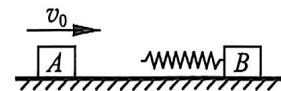


图 16

- (2) 技术人员在实验室进行车辆碰撞测试。用质量为 m_1 、速度为 v_1 的甲车, 与质量为 m_2 、静止的乙车碰撞, 该碰撞过程可看作完全非弹性正碰。请分析论证 m_2 越大, 碰撞中两车组成的系统损失的机械能越大。

16. (9分) 如图 17 所示为跳台滑雪赛道的简化示意图, 助滑道与起跳平台平滑连接, 长直着陆坡与水平面的夹角 $\theta = 37^\circ$ 。质量为 $m = 60 \text{ kg}$ 的运动员 (含装备) 沿助滑道从 A 点下滑, 到达起跳平台末端 B 点沿水平方向飞出, 在空中飞行一段距离后落在着陆坡上的 C 点。从起跳平台末端到着陆点之间的距离是评判运动员比赛成绩的重要依据。取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$ 。

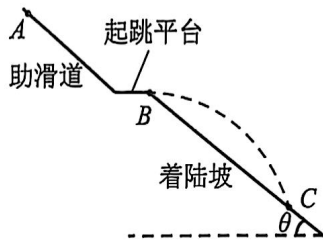


图 17

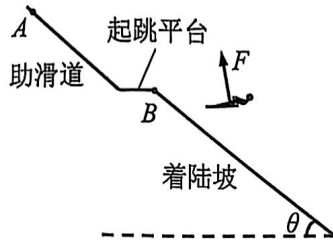


图 18

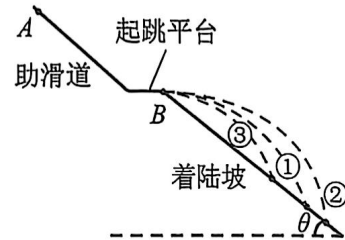


图 19

- (1) 不考虑空气对运动员的作用。运动员从 B 点运动到 C 点的过程中, 在空中飞行时间 $t = 3.0 \text{ s}$ 。求:
 - a. B 、 C 两点之间的距离 L 。
 - b. 运动员从 B 点水平飞出时的速度大小 v 。

(2) 考虑空气对运动员的作用。运动员在空中飞行的过程中，假设空气对运动员的作用力 F 的方向与竖直方向夹角 α 恒为 11° ，如图 18 所示，力 F 的大小恒为运动员所受重力的 $\frac{1}{5}$ ，取 $\sin 11^\circ = 0.20$ ， $\cos 11^\circ = 0.98$ 。

运动员仍以 (1) b 的速度从 B 点水平飞出，若不考虑空气对运动员的作用，运动员的运动轨迹如图 19 中①所示；若考虑空气对运动员的作用，判断运动员的运动轨迹可能是图 19 中的_____ (选填“①”“②”或“③”)，并通过计算说明判断依据。

(10 分) 天体沿椭圆轨道的运动在宇宙中普遍存在。对天体沿椭圆轨道运动的研究，为预测彗星回归、设计卫星轨道等实际应用提供了理论支撑。已知引力常量为 G 。

(1) 某彗星的运行轨道为椭圆，对彗星沿椭圆轨道的运动进行如下研究：

如图 20 所示， A 、 B 两点分别是彗星的近日点和远日点，两点到太阳中心 O 点的距离分别为 r_A 和 r_B 。已知太阳和彗星的质量分别为 M 和 m ，不考虑其他天体的影响。

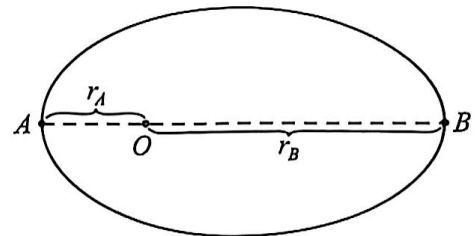


图 20

a. 求彗星运动至近日点 A 时的加速度大小 a_A 。

b. 在分析质点沿椭圆轨道运动时，可以把其轨迹分割为许多很短的小段，质点在这每小段的运动都可看作圆周运动的一部分 (圆的半径称作曲率半径，可以描述轨迹上某位置的弯曲程度)，这样就可以采用圆周运动的分析方法来处理质点经过椭圆轨道上某点的

运动。已知椭圆轨道上 A 点处的曲率半径 $\rho = \frac{2r_A r_B}{r_A + r_B}$ ，质量分别为 m_1 和 m_2 、距离为 R

的两个质点间的引力势能 $E_p = -G \frac{m_1 m_2}{R}$ 。求彗星在椭圆轨道上 A 点处的机械能 E 。

航天工程师可以通过改变卫星的速度来调整其运动轨道，完成复杂的太空任务。当卫星绕地球运动到图 21 所示半径为 r_0 的圆轨道的某点时，短时间启动卫星发动机，使卫星再获得一个背离地

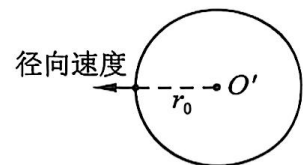


图 21

心 O' 、大小为其切向速度一半的径向速度，卫星将沿以 O' 为焦点的椭圆轨道绕地球运动。

不考虑卫星质量的变化。在 (1) b 研究的基础上，论证椭圆轨道的半长轴 a 与 r_0 的关系。

18. (12分) “祝融号”火星车是我国执行火星探测任务的“天问一号”中的重要组成部分，为人类探索火星贡献了宝贵的中国数据。为保证火星车正常工作，需要模拟分析火星车在火星表面可能遇到的气候情况。假定火星车始终静止，地球表面大气密度为火星表面大气密度的100倍。

地球上风级与风速对照表

风级	名称	风速 (m/s)	陆地地面物象
0级	无风	0.0~0.2	静, 烟直上
1级	软风	0.3~1.5	烟示风向
2级	轻风	1.6~3.3	感觉有风
3级	微风	3.4~5.4	旌旗展开
4级	和风	5.5~7.9	吹起尘土
5级	劲风	8.0~10.7	小树摇摆
6级	强风	10.8~13.8	电线有声
7级	疾风	13.9~17.1	步行困难
8级	大风	17.2~20.7	折毁树枝
9级	烈风	20.8~24.4	小损房屋
10级	狂风	24.5~28.4	拔起树木
11级	暴风	28.5~32.6	损毁重大
12级	飓风	32.7~36.9	摧毁极大
13级	—	37.0~41.4	—
14级	—	41.5~46.1	—
15级	—	46.2~50.9	—
16级	—	51.0~56.0	—
17级及以上	—	≥ 56.1	—

(1) 已知火星表面大气密度为 ρ 。

- 火星车迎面垂直于风速的有效面积为 S 。当风速大小为 v 时，求 Δt 时间内，冲击火星车的气体质量 Δm 。
- 为研究火星表面风速对火星车的影响，可通过对照地球表面风级进行分析。当火星表面的风速 $v = 40 \text{ m/s}$ 时，对火星车产生的冲击力大小为 F 。根据

地球上风级与风速对照表，通过计算判断在地球上的风级为多少级时，对地球上同样的火星车可以产生大小也为 F 的冲击力。

(2) 火星表面发生尘暴时的风对火星车产生的冲击力相当于地球上吹起尘土时的风对火星车产生的冲击力。当尘暴发生时，火星车上的太阳能发电装置几乎无法工作，为此某学习小组提出如下解决方案：利用火星表面的风能发电来完全替代太阳能发电。

已知火星表面大气密度 ρ 约为 $1.0 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^3$ ，火星接收到的太阳辐射约为 500 W/m^2 。假设风力发电和太阳能发电效率相同。要使火星车上的风力发电装置能完全替代太阳能发电装置为火星车供电，估算风力发电装置正对面积 S_1 与太阳能板正对面积 S_2 的比值。(结果保留小数点后一位)

高三物理

2025.11

第一部分共 10 题，每题 3 分，共 30 分。在每题给出的四个选项中，有的题只有一个选项是正确的，有的题有多个选项是正确的。全部选对的得 3 分，选不全的得 2 分，有选错或不答的得 0 分。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	BC	BD	ACD	D	AD	BD	BD	AD	C	CD

第二部分

共 8 题，共 70 分。

11. (7 分)

(1) A (2) $\frac{x_2 - 2x_1}{T^2}$ (3) D

12. (8 分)

(1) ①BC ② $2g$

(2) 不合理。该组同学只选用小球在整个下落过程中两个特定状态的物理量的关系，不能验证在整个下落过程中系统的机械能守恒，所以该设计方案不合理。

13. (8 分)

(1) 物体受力分析如答图 1 所示。

根据牛顿第二定律，

水平方向 $F \cos \theta - f = ma$

竖直方向 $F_N = mg + F \sin \theta$

由 $f = \mu F_N$

得 $a = 5.0 \text{ m/s}^2$

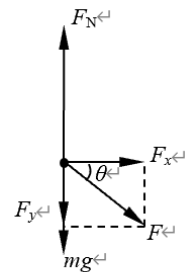
(2) 根据运动学公式 $x = \frac{1}{2} at^2$

得 $x = 10.0 \text{ m}$

(3) 根据瞬时功率定义 $P = Fv \cos \theta$

且 $v = at$

得 $P = 160 \text{ W}$



答图 1

14. (8 分)

(1) 小物块恰能通过最高点 C 时的受力分析如答图 2 所示。

根据牛顿第二定律 $mg = m \frac{v_C^2}{R}$

得 $v_C = \sqrt{gR}$



答图 2

(2) 小物块从 B 运动到 C 的过程中，只有重力做功，

根据动能定理 $-mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_C^2 - E_k$

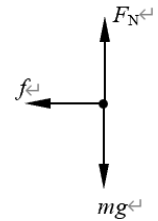
得 $E_k = \frac{5}{2}mgR$

(3) 小物块在水平面受力分析如答图 3 所示。

小物块从 A 运动到 B 的过程中，只有摩擦力做功，

根据动能定理 $-\mu mgL = E_k - \frac{1}{2}mv_0^2$

得 $\mu = \frac{R}{L}$



答图 3

15. (8分)

(1) a. 当弹簧长度最短时，滑块 A 和滑块 B 的速度相同，设为 v 。对 A 、 B 和弹簧组成的系统，从 A 接触弹簧到弹簧压缩到最短的过程中，

根据动量守恒定律 $m_A v_0 = (m_A + m_B)v$

得 $v = \frac{m_A}{m_A + m_B}v_0$

b. 对 A 、 B 和弹簧组成的系统，从 A 接触弹簧到弹簧恢复原长的过程中，

根据动量守恒定律 $m_A v_0 = m_A v_A + m_B v_B$

又根据能量守恒定律 $\frac{1}{2}m_A v_0^2 = \frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2$

得 $v_A = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B}v_0$

$v_B = \frac{2m_A}{m_A + m_B}v_0$

(2) 设甲车与乙车碰后速度为 $v_{共}$ ，碰撞过程中损失的机械能为 ΔE 。对甲、乙两车组成的系统，

根据动量守恒定律 $m_1 v_1 = (m_1 + m_2)v_{共}$

又根据能量守恒定律 $\frac{1}{2}m_1 v_1^2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_{共}^2 + \Delta E$

得 $\Delta E = \frac{1}{2} \frac{m_1}{\frac{m_1}{m_2} + 1} v_1^2$

所以 m_2 越大，系统损失的机械能越大。

16. (9分)

(1) a. 运动员从 B 点运动至 C 点过程中做平抛运动，竖直方向做自由落体运动，有

$$L \sin 37^\circ = \frac{1}{2} g t^2$$

得 $L = 75\text{m}$

b. 运动员水平方向做匀速直线运动，有

$$L \cos 37^\circ = vt$$

得 $v = 20\text{m/s}$

(2) ②

若考虑运动员在空中飞行受到的空气阻力的影响，其受力分析如答图 4 所示。

设运动员在水平方向的加速度为 a_x ，竖直方向的加速度为 a_y ，飞行时间为 t' 。

水平方向 $\frac{1}{5} mg \sin 11^\circ = ma_x$ ①

$$x = vt' - \frac{1}{2} a_x t'^2$$
 ②

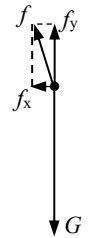
竖直方向 $mg - \frac{1}{5} mg \cos 11^\circ = ma_y$ ③

$$y = \frac{1}{2} a_y t'^2$$
 ④

根据几何关系，有 $\tan 37^\circ = \frac{y}{x}$ ⑤

联立①②③④⑤， $L' = 86.4\text{m}$

因为 $L' > L$ ，故距离更远，轨迹应为②。



答图 4

17. (10分)

解：(1) a. 彗星运动至近日点 A 时，

根据牛顿第二定律，有 $\frac{GMm}{r_A^2} = ma_A$

得 $a_A = \frac{GM}{r_A^2}$

b. 设彗星在 A 点处的速度大小为 v ，

有 $\frac{GMm}{r_A^2} = m \frac{v^2}{\rho}$

结合题中信息，得彗星在 A 点处的机械能为

$$E = \frac{1}{2} mv^2 - G \frac{Mm}{r_A}$$

得 $E = - \frac{GMm}{r_A + r_B}$

(2) 设地球质量为 $M_{\text{地}}$ ，卫星质量为 m_0 ，卫星经过圆轨道某点时的速度大小为 v_0 。

卫星在圆轨道上圆周运动时，万有引力提供向心力

有
$$G \frac{M_{\text{地}} m_0}{r_0^2} = m_0 \frac{v_0^2}{r_0}$$

启动发动机后，卫星的合速度为

$$v' = \sqrt{v_0^2 + \left(\frac{v_0}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{5}}{2} v_0$$

设卫星在椭圆轨道的机械能为 E' ，根据已知条件，卫星沿椭圆轨道运行的机械能为

$$E' = \frac{1}{2} m_0 v'^2 - G \frac{M_{\text{地}} m_0}{r_0} = - \frac{3GM_{\text{地}} m_0}{8r_0}$$

根据 (1) b 的结论，有

$$E' = - \frac{GM_{\text{地}} m_0}{2a}$$

所以

$$a = \frac{4}{3} r_0$$

18. (12 分)

(1) a. 设 Δt 时间内，作用在火星车上的气体质量为 Δm

得
$$\Delta m = \rho S v \Delta t$$

b. 假定气体与火星车相互作用后，气体速度减为 0，设火星车对气体的作用力的大小设为 F' ，以 v 方向为正方向，在 Δt 时间内，

根据动量定理
$$-F' \cdot \Delta t = 0 - \Delta m \cdot v$$

设大气对火星车的作用力的大小为 F ，根据牛顿第三定律，

得
$$F \propto \rho S v^2$$

根据题意有
$$\rho v^2 = \rho_{\text{地}} v_{\text{地}}^2$$

得
$$v_{\text{地}} = 4.0 \text{m/s}$$

根据地球上风速与风级对照表的信息，相当于 3 级微风。

(2) 设火星表面的风速为 v' ， Δt 时间内作用在 S_1 上气体的质量为 $\Delta m'$ ，风力发电的功率为 P_w ，风力发电与太阳能发电效率均为 η 。

Δt 时间内，风能转化的电能为

$$P_w \Delta t = \frac{1}{2} \Delta m' v'^2 \cdot \eta \quad \text{①}$$

设火星单位面积接收到的太阳辐射功率为 P_0 ，则

$$P_S = \eta S_2 P_0 \quad \text{②}$$

用风能替代太阳能，有
$$P_w = P_S \quad \text{③}$$

根据表中信息可知，地球上吹起尘土的风级为 4 级，对应地球上风速的范围为 5.5~7.9m/s。若取地球上风速为 6m/s，则联立①、②和③，结合 (1) 的结论，

得
$$\frac{S_1}{S_2} \approx 0.5$$