

2023 北京四中高一（下）期末 物 理

（试卷满分为 100 分，考试时间为 90 分钟）

一、不定项选择题（本大题共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。在每小题给出的四个选项中，至少有一个正确选项，漏选得 2 分，错选得 0 分，请将答案填涂在答题卡上）

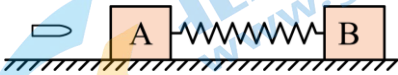
1. 弹簧振子做简谐运动时，每经过相同的位置，一定具有相同的（ ）

- A. 加速度 B. 动能 C. 速度 D. 回复力

2. 两单摆，它们的摆长之比为 4: 1，摆球质量之比为 2: 1，它们以相同的摆角（约为 3° ）摆动，则两单摆的周期之比为（ ）

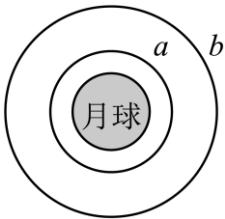
- A. 2: 1 B. 4: 1 C. 8: 1 D. 16: 1

3. 如图所示，光滑的水平面上，有 A 和 B 两木块用轻质弹簧连在一起。一颗子弹水平射入木块 A 并留在其中。在子弹打入木块及弹簧被压缩的整个过程中，对子弹、两木块和弹簧组成的系统，下列说法中正确的是（ ）



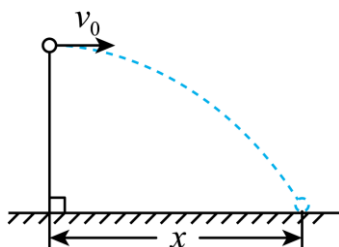
- A. 机械能守恒 B. 机械能不守恒
C. 动量守恒 D. 动量不守恒

4. 我国发射的“嫦娥一号”卫星经过多次加速、变轨后，最终成功进入环月工作轨道。如图所示，卫星既可以在离月球比较近的圆轨道 a 上运动，也可以在离月球比较远的圆轨道 b 上运动。下列说法正确的是（ ）



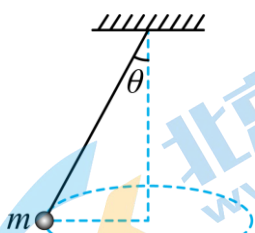
- A. 卫星在 a 上运行的周期大于在 b 上运行的周期
B. 卫星在 a 上运行的加速度大于在 b 上运行的加速度
C. 卫星在 a 上运行的线速度大于在 b 上运行的线速度
D. 卫星在 a 上运行的角速度小于在 b 上运行的角速度

5. 如图所示，将一个小球从某一高度处以初速度 v_0 水平抛出，小球经时间 t 落地，落地前瞬间重力的功率为 P ，整个运动过程的平均功率为 \bar{P} 。不计空气阻力。若将小球从相同位置以 $2v_0$ 的速度水平抛出，则小球（ ）



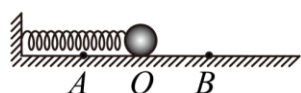
- A. 落地的时间仍为 t
- B. 整个运动过程的平均功率仍为 \bar{P}
- C. 落地前瞬间重力的瞬时功率仍为 P
- D. 落地前瞬间重力的瞬时功率变为 $2P$

6. 如图所示，细绳一端固定，另一端系一小球。给小球一个合适的初速度，小球便可在水平面内做匀速圆周运动，设细绳与竖直方向的夹角为 θ 。不考虑空气阻力的影响，下列说法中正确的是（ ）

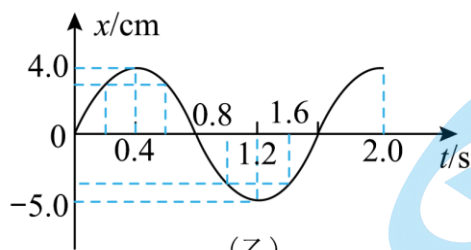


- A. 小球受重力、绳的拉力和向心力作用
- B. θ 越大，小球运动的速度越大
- C. 小球运动一周的过程中，绳子拉力做功为 0
- D. 小球运动一周的过程中，绳子拉力的冲量为 0

7. 如图（甲）所示，光滑水平面上有一以 O 点为平衡位置、在 A 、 B 两点间做简谐运动的弹簧振子，以水平向右为正方向，图（乙）为这个弹簧振子的振动图像，由图可知下列说法中正确的是（ ）

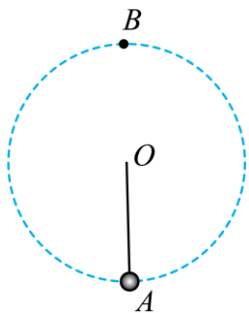


(甲)



(乙)

- A. 从 $t=0$ 到 $t=0.8\text{s}$ 的时间内，弹簧振子经历了一次全振动
 - B. 从 $t=0$ 到 $t=2.0\text{s}$ 的时间内，振子经过的路程是 4.0cm
 - C. 在 $t=0.6\text{s}$ 与 $t=1.0\text{s}$ 两个时刻，振子的速度相同
 - D. 在 $t=0.6\text{s}$ 与 $t=1.0\text{s}$ 两个时刻，振子的加速度相同
8. 质量为 m 的小球，用轻绳连接，另一端固定在 O 点，绳长为 L 。小球在竖直面内做圆周运动，则下列说法正确的是（ ）



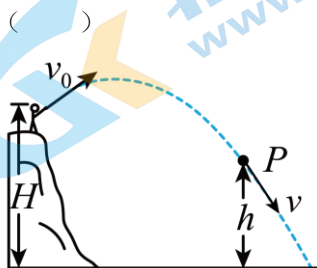
A. 小球在 A 点处的动能至少为 $2mgL$ ，小球才能够通过点 B

B. 小球在 A 点处的动能至少为 $\frac{5}{2}mgL$ ，小球才能够通过点 B

C. 若小球通过点 B 时受到的轻绳拉力大小为 mg ，则小球在点 A 时的速度为 $2\sqrt{gL}$

D. 若小球通过点 B 时受到的轻绳拉力大小为 mg ，则小球在点 A 时的速度为 $\sqrt{6gL}$

9. 如图所示，某人在山上将一质量为 m 的石块以初速度 v_0 抛出，抛出时石块距地面的高度为 H ，到达 P 点时距地面的高度为 h ($H > h$)，速度为 v ，重力加速度为 g ，则在到达 P 点的过程中，克服空气阻力做功为



A. $mg(H-h) + \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

B. $mg(H-h) + \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv^2$

C. $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

D. $\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv^2$

10. 在今年上海的某活动中引入了全国首个户外风洞飞行体验装置，质量为 m 的体验者在风力作用下漂浮在半空。若减小风力为原来的一半，体验者在加速下落 h 过程中，下列说法正确的是 ()

A. 重力对体验者做功为 $\frac{1}{2}mgh$

B. 体验者的重力势能减小了 mgh

C. 体验者的动能增加了 $\frac{1}{2}mgh$

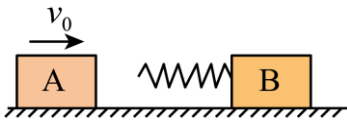
D. 体验者的机械能减少了 $\frac{1}{2}mgh$

11. 福建属于台风频发地区，各类户外设施建设都要考虑台风影响。已知 10 级台风的风速范围为

24.5m/s ~ 28.4m/s，16级台风的风速范围为51.0m/s ~ 56.0m/s。若台风迎面垂直吹向一固定的交通标志牌，则16级台风对该交通标志牌的作用力大小约为10级台风的（ ）

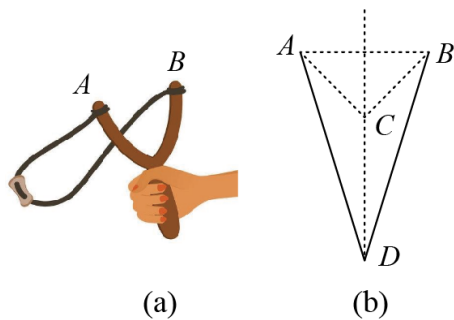
- A. 2倍 B. 4倍 C. 8倍 D. 16倍

12. 如图所示，在光滑的水平面上有两物体A、B，它们的质量分别为 m 和 $2m$ 。在物体B上固定一个轻弹簧处于静止状态。物体A以速度 v_0 沿水平方向向右运动，通过弹簧与物体B发生作用。下列说法正确的是（ ）



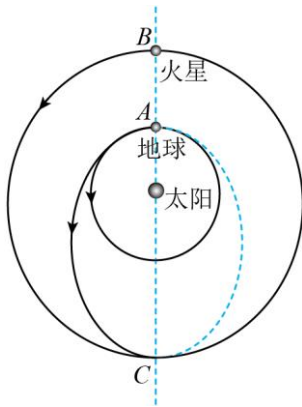
- A. 当弹簧获得的弹性势能最大时，物体A的速度为零
 B. 弹簧获得的弹性势能最大值为 $\frac{1}{3}mv_0^2$
 C. 在弹簧的弹性势能逐渐增大的过程中，弹簧对物体B所做的功为 $\frac{1}{9}mv_0^2$
 D. 当物体B的速度最大时，物体A的速度最小

13. 兴趣小组的同学们利用弹弓放飞模型飞机。弹弓的构造如图(a)所示，其中橡皮筋两端点A、B固定在把手上，橡皮筋处于ACB时恰好为原长状态，如图(b)所示，将模型飞机的尾部放在C处，将C点拉至D点时放手，模型飞机就会在橡皮筋的作用下发射出去。C、D两点均在AB连线的中垂线上，橡皮筋的质量忽略不计。现将模型飞机竖直向上发射，在它由D运动到C的过程中（ ）



- A. 模型飞机在C处与橡皮筋分离
 B. 橡皮筋对模型飞机的弹力始终做正功
 C. 模型飞机克服重力做的功等于橡皮筋对它做的功
 D. 模型飞机的重力势能与橡皮筋的弹性势能之和一直在减小

14. 2020年7月23日，我国首次火星探测任务“天问一号”探测器，在中国文昌航天发射场，应用长征五号运载火箭送入地火转移轨道。火星距离地球最远时有4亿公里，最近时大约0.55亿公里。为了节省燃料，我们要等火星与地球之间相对位置合适的时候发射探测器。受天体运行规律的影响，这样的发射机会很少。为简化计算，已知火星的公转周期约是地球公转周期的1.9倍，认为地球和火星在同一平面上、沿同一方向绕太阳做匀速圆周运动，如图所示。根据上述材料，结合所学知识，判断下列说法正确的是（ ）

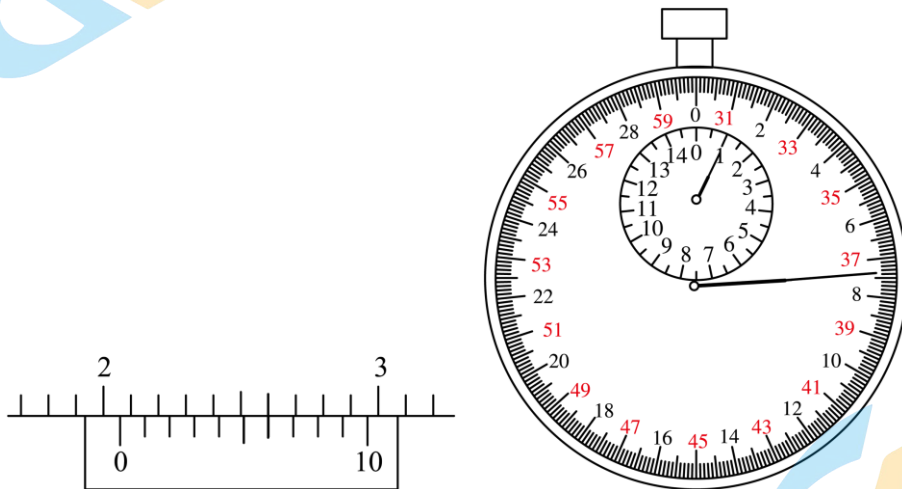


- A. 地球的公转向心加速度小于火星的公转向心加速度
- B. 根据题目信息，可以求出探测器沿轨迹 AC 运动到 C 点所需时间 t 为多少年
- C. 探测器运动到 C 点时的加速度大小，等于火星绕太阳公转的加速度大小
- D. 下一个发射时机需要再等约 2.1 年

二. 实验题（本大题共 2 题，共 22 分，请在答题卡上作答）

15. 某同学在“用单摆测定重力加速度”的实验中进行了如下的实践和探究：

(1) 用游标卡尺测量摆球直径的情况如下左图所示，则摆球直径为_____cm。把摆球用细线悬挂在铁架台上，测量摆长 L 。



(2) 用秒表测量单摆的周期。当单摆摆动稳定且到达最低点时开始计时并记为 0，单摆每经过最低点记一次，当数到 $n=60$ 时秒表的示数如上右图所示，则该单摆的周期是 $T=_____$ s（结果保留三位有效数字）。

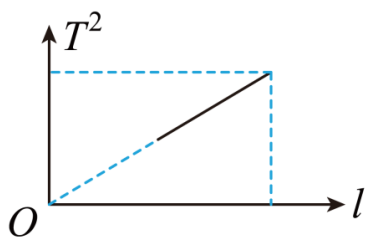
(3) 如果单摆的摆长为 l ，小球完成 n 次全振动所用的时间为 t ，则重力加速度 g 的表达式为_____（用所测物理量的符号表示）

(4) 若测得的重力加速度数值大于当地的重力加速度的实际值，则造成这一情况的原因可能是_____。（选填下列选项前的序号）

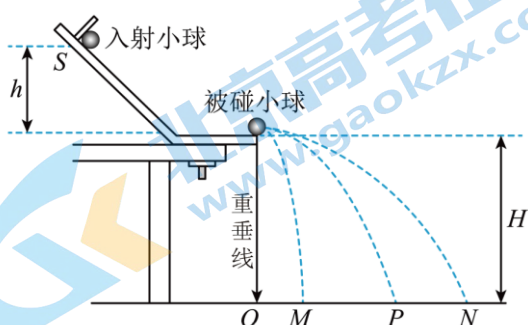
- A. 测量摆长时，把摆线的长度当成了摆长
- B. 摆线上端未牢固地固定于 O 点，振动中出现松动，使摆线越摆越长
- C. 测量周期时，误将摆球 $(n-1)$ 次全振动的时间 t 记为了 n 次全振动的时间，并由计算式 $T=t/n$ 求得周期
- D. 摆球的质量过大

E.将摆线长和球的直径之和当成了摆长

(5) 在与其他同学交流实验方案并纠正了错误后,为了减小实验误差,他决定用图像法处理数据,并通过改变摆长,测得了多组摆长 l 和对应的周期 T ,并用这些数据作出 T^2-l 图像如图乙所示。若图线的斜率为 k ,则重力加速度的测量值 $g=$ _____。



16. 如图所示,用“碰撞实验器”可以验证动量守恒定律,即研究两个半径相同的小球在轨道水平部分碰撞前后的动量关系。



(1) 为完成此实验,以下提供的测量工具中,本实验必须使用的是_____。(选填选项前的字母)

- A. 刻度尺
- B. 天平
- C. 打点计时器
- D. 秒表

(2) 关于本实验,下列说法中正确的是_____。(选填选项前的字母)

- A. 同一组实验中,入射小球必须从同一位置由静止释放
- B. 入射小球的质量必须小于被碰小球的质量
- C. 轨道倾斜部分必须光滑
- D. 轨道末端必须水平

(3) 图中 O 点是小球抛出点在地面上的垂直投影,实验时先让入射小球 m_1 多次从斜轨上位置 S 由静止释放,通过白纸和复写纸找到其平均落地点的位置 P 。然后,把被碰小球 m_2 静置于轨道的水平部分末端,仍将入射小球从斜轨上位置 S 由静止释放,与被碰小球相碰,并多次重复该操作,两小球平均落地点位置分别为 M 、 N 。记录的落点平均位置 M 、 N 几乎与 OP 在同一条直线上。用刻度尺测量出水平射程 OP 、 OM 、 ON ,在实验误差允许范围内,若满足关系式_____,则可以认为两球碰撞前后在 OP 方向上的总动量守恒。若进一步研究该碰撞是否为弹性碰撞,还需要判断关系式_____是否成立。

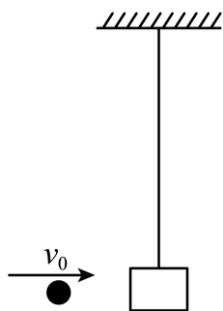
(4) 实验中,选择小钢球和玻璃球相碰,它们的碰撞可以认为是弹性碰撞。请分析说明,碰撞后入射小球与被碰小球的落点必然在 P 点的两侧_____。

三、解答题(本大题共 4 题,共 36 分。要求写出必要的文字说明、主要方程式和重要演算步

骤，有数值计算的要明确写出数值和单位，请在答题卡上作答)

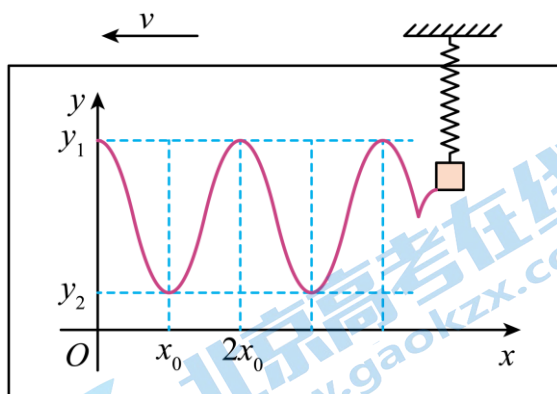
17. 一质量 $M = 0.8\text{kg}$ 的小物块，用长 $l = 0.8\text{m}$ 的细绳悬挂在天花板上，处于静止状态。一质量 $m = 0.2\text{kg}$ 的粘性小球以速度 $v_0 = 10\text{m/s}$ 水平射向物块，并与物块粘在一起，小球与物块相互作用时间极短，不计空气阻力，重力加速度 g 取 10m/s^2 。求：

- (1) 小球粘在物块上的瞬间，小球和物块共同速度的大小；
- (2) 小球和物块摆动过程中所能达到的最大高度。



18. 杨老师在物理课上做了一个演示实验，实验装置有：一竖直悬挂的、劲度系数为 k 的弹簧振子，下端装有一记录笔，在竖直面内放置有一记录纸，记录纸由一个电动机（图中未画出）带动。实验时，先让振子上下振动起来，然后让电动机以恒定速率水平向左拉动记录纸，记录笔在纸上留下如图所示的图像。实验结束后，同学们在记录纸上标出了 y_1 、 y_2 、 x_0 、 $2x_0$ ，它们为纸上印迹的位置坐标，实验中记录笔与记录纸的摩擦可忽略不计。

- (1) 请你从牛顿运动定律出发，结合简谐运动的动力学特点，证明实验中竖直方向的弹簧振子做简谐运动；
- (2) 已知电动机以速率为 v 匀速拉动记录纸，请你利用同学们记录的位置坐标写出振子振动的周期 T 和振幅 A ；
- (3) 已知弹簧振子的周期为 $T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$ ；其中 M 为振子的质量， k 为回复力与位移的比例系数，请结合(2)的结果，求振子的质量 M 。



19. 2012年11月，“歼15”舰载机在“辽宁号”航空母舰上着舰成功。图1为利用阻拦系统让舰载机在飞行甲板上快速停止的原理示意图。飞机着舰并成功钩住阻拦索后，飞机的动力系统立即关闭，阻拦系统通过阻拦索对飞机施加一作用力，使飞机在甲板上短距离滑行后停止。若航母保持静止，在某次降落中，以

飞机着舰为计时起点，飞机的速度随时间变化关系如图 2 所示。飞机在 $t_1 = 0.4\text{s}$ 时恰好钩住阻拦索中间位置，此时速度 $v_1 = 70\text{m/s}$ ；在 $t_2 = 2.4\text{s}$ 时飞机速度 $v_2 = 10\text{m/s}$ 。飞机从 t_1 到 t_2 的运动可看成匀减速直线运动。设飞机受到除阻拦索以外的阻力 f 大小不变， $f = 5.0 \times 10^4\text{N}$ ，“歼 15”舰载机的质量 $m = 2.0 \times 10^4\text{kg}$ 。

(1) 若飞机在 t_1 时刻未钩住阻拦索，仍立即关闭动力系统，仅在阻力 f 的作用下减速，求飞机继续滑行的距离（假设甲板足够长）；

(2) 在 t_1 至 t_2 间的某个时刻，阻拦索夹角 $\alpha = 120^\circ$ ，求此时阻拦索中的弹力 T ；

(3) 飞机钩住阻拦索后在甲板上滑行的距离比无阻拦索时少 $s = 898\text{m}$ ，求从 t_2 时刻至飞机停止，阻拦索对飞机做的功 W 。

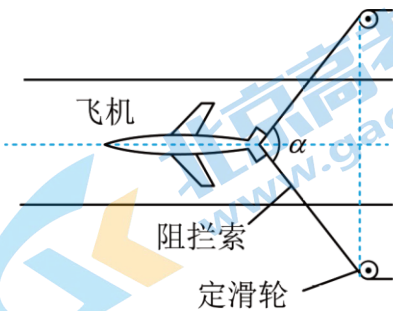


图1

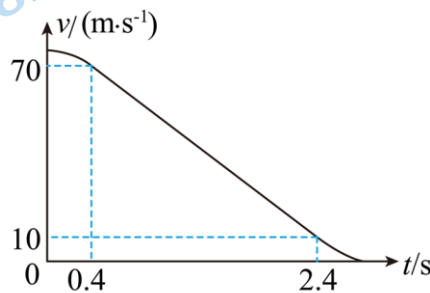


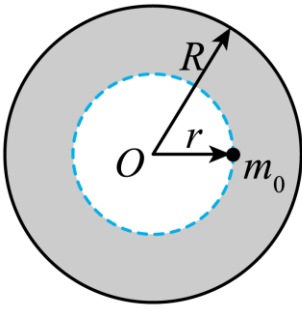
图2

20. 我国航天技术水平在世界处于领先地位，对于人造卫星的发射，有人提出了利用“地球隧道”发射人造卫星的构想：沿地球的一条弦挖一通道，在通道的两个出口处分别将等质量的待发射卫星部件同时释放，部件将在通道中间位置“碰撞组装”成卫星并静止下来；另在通道的出口处由静止释放一个大质量物体，大质量物体会在通道与待发射的卫星碰撞，只要物体质量相比卫星质量足够大，卫星获得足够速度就会从对向通道口射出。（以下计算中，已知地球的质量为 M_0 ，地球半径为 R_0 ，引力常量为 G ，可忽略通道 AB 的内径大小和地球自转影响。）

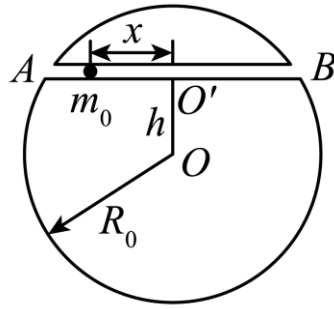
(1) 如图甲所示，将一个质量为 m_0 的质点置于质量分布均匀的球形天体内，质点离球心 O 的距离为 r 。已知天体内部半径在 $r \sim R$ 之间的“球壳”部分（如甲示阴影部分）对质点的万有引力为零，求质点所受万有引力的大小 F_r 。

(2) 如图乙所示，设想在地球上距地心 h 处沿弦长方向挖了一条光滑通道 AB ，一个质量为 m 的质点在离通道中心 O' 的距离为 x 处，求质点所受万有引力沿弦 AB 方向的分力 F_x ；将该质点从 A 点静止释放，求质点到达通道中心 O' 处时的速度大小 v_0 。

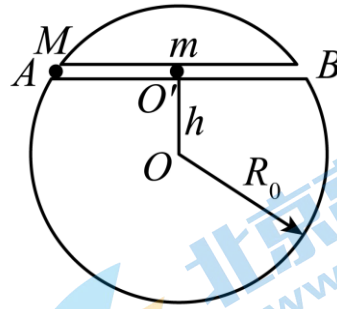
(3) 如图丙所示，如果质量为 m 的待发射卫星已静止在通道中心 O' 处，由 A 处静止释放另一质量为 M 的物体，物体到达 O' 处与卫星发生弹性正碰，设 M 远大于 m ，计算时可取 $\frac{m}{M} \approx 0$ 。卫星从图丙示通道右侧 B 处飞出，为使飞出速度达到地球第一宇宙速度， h 应为多大？



甲



乙



丙



参考答案

一、不定项选择题（本大题共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。在每小题给出的四个选项中，至少有一个正确选项，漏选得 2 分，错选得 0 分，请将答案填涂在答题卡上）

1. 【答案】ABD

【详解】弹簧振子在振动过程中，每一次经过同一位置时，位移 x 相同，根据 $F = -kx$ 可知回复力相同，结合牛顿第二定律 $a = \frac{F}{m}$ 可知加速度相同，速度的大小相等的，但方向不一定相同，所以速度不一定相同，根据 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 可知动能一定相等。

故选 ABD。

2. 【答案】A

【详解】两单摆，它们的摆长之比为 4:1，根据单摆周期公式

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

可知两单摆的周期之比为 2:1。

故选 A。

3. 【答案】BC

【详解】设子弹质量为 m ，A 木块的质量为 m_1 ，子弹初速为 v_0 ，则子弹在打进木块 A 的过程中，有

$$mv_0 = (m + m_1)v'$$

前后动能减小量为

$$\Delta E = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m + m_1)v'^2 = \frac{mm_1}{2(m + m_1)}v_0^2$$

根据实际情况，减小的这部分动能转化为了内能，即机械能不守恒；

对子弹、两木块和弹簧组成的系统，系统合外力至始至终都为零，满足动量守恒的条件，系统动量守恒。

综上所述，则系统动量守恒，机械能不守恒。

故选 BC。

4. 【答案】BC

【详解】A. 根据万有引力等于向心力

$$\frac{GMm}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$$

可得

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

卫星在 a 上运行的轨道半径小于在 b 上运行轨道半径，所以卫星在 a 上运行的周期小于在 b 上运行的周期，故 A 错误；

B. 根据牛顿第二定律

$$\frac{GMm}{r^2} = ma$$

可得

$$a = \frac{GM}{r^2}$$

卫星在 a 上运行的轨道半径小于在 b 上运行的轨道半径，所以卫星在 a 上运行的加速度大于在 b 上运行的加速度，故 B 正确；

C. 根据万有引力等于向心力

$$\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

可得

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

卫星在 a 上运行的轨道半径小于在 b 上运行的轨道半径，所以卫星在 a 上运行的线速度大于在 b 上运行的线速度，故 C 正确；

D. 根据万有引力等于向心力

$$\frac{GMm}{r^2} = mr\omega^2$$

可得

$$\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$$

卫星在 a 上运行的轨道半径小于在 b 上运行的轨道半径，卫星在 a 上运行的角速度大于在 b 上运行的角速度，故 D 错误；

故选 BC。

5. 【答案】ABC

【详解】A. 小球做平抛运动，可将运动分解成水平方向匀速运动与竖直方向自由落体。因为高度相同，则落地时间相同，故 A 正确；

B. 整个过程中，重力所做的功

$$W_G = mgh$$

高度不变，重力所做的功不变，时间相等，则整个运动过程的平均功率仍为 \bar{P} ，故 B 正确；

CD. 竖直方向速度 $v = gt$ ，竖直方向速度不变，则落地前瞬间重力的功率 $P = mgv$ 不变，仍为 P ，故 C 正确，D 错误。

故选 ABC

6. 【答案】BC

【详解】A. 小球受重力、绳的拉力作用，故 A 错误；

B. 根据牛顿第二定律得

$$mg \tan \theta = m \frac{v^2}{L \sin \theta}$$

解得

$$v = \sqrt{gL \sin \theta \tan \theta}$$

θ 越大，小球运动的速度越大，故 B 正确；

C. 小球运动一周的过程中，绳子拉力与速度方向垂直，做功为 0，故 C 正确；

D. 小球运动一周的过程中，绳子拉力的冲量 Ft 不为 0，故 D 错误。

故选 BC

7. 【答案】C

【详解】A. 由图乙可知，弹簧振子的周期为 1.6s，可知从 $t=0$ 到 $t=0.8s$ 的时间内，弹簧没有完成一次全振动，故 A 错误；

B. 由图乙可知从 $t=0$ 到 $t=2.0s$ 的时间内，振子经过的路程是

$$s = 4 \times 5\text{cm} = 20\text{cm}$$

故 B 错误；

C. 根据 $x-t$ 图像斜率 and 对称性可知在 $t=0.6s$ 与 $t=1.0s$ 两个时刻，振子的速度相同，故 C 正确；

D. 根据 $a = \frac{-kx}{m}$ 和对称性可知在 $t=0.6s$ 与 $t=1.0s$ 两个时刻，振子的加速度大小相等，方向相反，故 D 错误。

误。

故选 C。

8. 【答案】BD

【详解】AB. 小球能够通过 B 点，需要满足

$$mg = m \frac{v_B^2}{L}$$

解得

$$v_B = \sqrt{gL}$$

根据动能定理有

$$\frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}mv_B^2 + 2mgL$$

解得

$$v_A = \sqrt{5gL}$$

动能为

$$E_{kA} = \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{5}{2}mgL$$

选项 A 错误, B 正确;

CD. 若小球通过点 B 时受到的轻绳拉力大小为 mg , 则有

$$mg + mg = m \frac{v_B'^2}{L}$$

解得

$$v_B' = \sqrt{2gL}$$

根据动能定理有

$$\frac{1}{2}mv_A'^2 = \frac{1}{2}mv_B'^2 + 2mgL$$

解得

$$v_A' = \sqrt{6gL}$$

选项 C 错误, D 正确。

故选 BD。

9. 【答案】B

【详解】根据动能定理

$$mg(H-h) - W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

得克服空气阻力做功为

$$W = mg(H-h) + \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv^2$$

故选 B

10. 【答案】BCD

【详解】AB. 体验者在加速下落 h 过程中, 重力对体验者做的功为

$$W_G = mgh$$

重力对体验者做正功, 则体验者的重力势能减小了 mgh , 故 B 正确, A 错误;

C. 根据题意可知, 初始时风力大小等于重力, 风力减小为原来的一半后, 根据牛顿第二定律

$$mg - \frac{mg}{2} = F_{\text{合}}$$

根据动能定理可得

$$\Delta E_k = F_{\text{合}} h$$

联立可得体验者的动能增加量

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}mgh$$

故 C 正确;

D. 风力对体验者做负功, 体验者机械能减少, 减少量为

$$\Delta E = \frac{1}{2} mgh$$

故 D 正确。

故选 BCD。

11. 【答案】 B

【详解】 设空气的密度为 ρ ，风迎面垂直吹向一固定的交通标志牌的横截面积为 S ，在时间 Δt 的空气质量为

$$\Delta m = \rho S v \cdot \Delta t$$

假定台风迎面垂直吹向一固定的交通标志牌的末速度变为零，对风由动量定理有

$$-F \cdot \Delta t = 0 - \Delta m v$$

可得

$$F = \rho S v^2$$

10 级台风的风速 $v_1 \approx 25\text{m/s}$ ，16 级台风的风速 $v_2 \approx 50\text{m/s}$ ，则有

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{v_2^2}{v_1^2} \approx 4$$

故选 B。

12. 【答案】 BC

【详解】 AB. 由题意可知，物体 A 在压缩弹簧时，做减速运动，物体 B 受到弹簧的弹力作用做加速运动，某时刻二者的速度相等，此时弹簧的压缩量最大，弹性势能最大，根据动量守恒定律可得

$$mv_0 = (m + 2m)v$$

解得此时 A、B 的速度为

$$v = \frac{v_0}{3}$$

弹簧获得的弹性势能最大值

$$E_{\text{pmax}} = \frac{1}{2} m v_0^2 - \frac{1}{2} (m + 2m) v^2 = \frac{1}{3} m v_0^2$$

故 B 正确，A 错误；

C. 根据动能定理可得弹簧对物体 B 所做的功

$$W = \frac{1}{2} \times 2m v^2 - 0 = \frac{m v_0^2}{9}$$

故 C 正确；

D. 当弹簧再一次恢复到原长时，根据动量守恒和机械能守恒得

$$m v_0 = m v_1 + 2m v_2, \quad \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} \cdot 2m v_2^2$$

解得

$$v_1 = -\frac{v_0}{3}, v_2 = \frac{2v_0}{3}$$

物体 B 的速度最大，此时物体 A 的速度反向，故过程中物体 A 的最小值为 0，不是在物体 B 速度最大的时刻，故 D 错误。

故选 BC。

13. 【答案】AB

【详解】AB. 模型飞机由 D 运动到 C 的过程中，橡皮筋对模型飞机的弹力始终竖直向上，故对模型飞机始终做正功，橡皮筋在 C 点恢复原长，故模型飞机在 C 处与橡皮筋分离，AB 正确；

C. 由动能定理可得

$$W - mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

故模型飞机克服重力做的功 mgh 小于橡皮筋对它做的功 W ，C 错误；

D. 由题意可知，橡皮筋对模型飞机的作用力先大于重力后小于重力，故模型飞机先加速上升后减速上升，动能先增大后减小，由系统机械能守恒可知，模型飞机的重力势能与橡皮筋的弹性势能之和先减小后增大，D 错误。

故选 AB。

14. 【答案】BCD

【详解】A. 根据牛顿第二定律得

$$G \frac{Mm}{r^2} = ma$$

解得

$$a = G \frac{M}{r^2}$$

地球的公转半径小，地球的公转向心加速度大于火星的公转向心加速度，故 A 错误；

B. 设火星、地球的公转半径分别为 R 、 r ，根据题目信息得

$$R - r = 0.55$$

$$R + r = 4$$

可以求出火星、地球的公转半径 R 、 r ，根据开普勒第三定律得

$$\frac{r^3}{T_{地}^2} = \frac{\left(\frac{R+r}{2}\right)^3}{(2t)^2}$$

$$T_{地} = 1\text{年}$$

可以求出探测器沿轨迹 AC 运动到 C 点所需时间 t 为多少年，故 B 正确；

C. 根据 $a = G \frac{M}{r^2}$ ， r 相等，探测器运动到 C 点时的加速度大小等于火星绕太阳公转的加速度大小，故 C 正确；

D. 根据开普勒第三定律得

$$\frac{r^3}{T_{地}^2} = \frac{R^3}{T_{火}^2}$$

解得

$$T_{火} = 1.9\text{年}$$

设到下一次最近的时间为 t_1

$$\left(\frac{2\pi}{T_{地}}\right)t_1 - \left(\frac{2\pi}{T_{火}}\right)t_1 = 2\pi$$

解得

$$t_1 = 2.1\text{年}$$

下一个发射时机需要再等约 2.1 年，故 D 正确。

故选 BCD。

二. 实验题 (本大题共 2 题, 共 22 分, 请在答题卡上作答)

15. 【答案】 ①. 1.96 ②. 2.25 ③. $g = \frac{4\pi^2 n^2 l}{t^2}$ ④. CE#EC ⑤. $\frac{4\pi^2}{k}$

【详解】(1) [1]摆球直径为

$$1.9\text{cm} + 6 \times 0.1\text{mm} = 1.96\text{cm}$$

(2) [2]秒表读数为

$$t = 60\text{s} + 7.4\text{s} = 67.4$$

则该单摆的周期是

$$T = \frac{t}{\frac{n}{2}} = \frac{67.4}{30} \text{s} \approx 2.25\text{s}$$

(3) [3]周期

$$T = \frac{t}{n}$$

又

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

得

$$g = \frac{4\pi^2 n^2 l}{t^2}$$

(4) [4] A. 测量摆长时, 把摆线的长度当成了摆长, 则摆长测量值偏小, 重力加速度测量值偏小, 故 A 错误;

B. 摆线上端未牢固地固定于 O 点, 振动中出现松动, 使摆线越摆越长, 知摆长测量值偏小, 重力加速度

测量值偏小，故 B 错误；

C. 测量周期时，误将摆球 $(n-1)$ 次全振动的时间 t 记为了 n 次全振动的时间，并由计算式 $T = \frac{t}{n}$ 求得周期，则周期偏小，重力加速度测量值偏大，故 C 正确；

D. 摆球的质量过大不影响重力加速度的测量，故 D 错误；

E. 将摆线长和球的直径之和当成了摆长，则摆长测量值偏大，重力加速度测量值偏大，故 E 正确。

故选 CE。

(5) [5]根据

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

得

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g}l$$

斜率

$$k = \frac{4\pi^2}{g}$$

则重力加速度的测量值

$$g = \frac{4\pi^2}{k}$$

16. 【答案】 ①. AB##BA ②. AD##DA ③. $m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON$ ④.

$m_1 \cdot OP^2 = m_1 \cdot OM^2 + m_2 \cdot ON^2$ ⑤. 见解析

【详解】(1) [1]要测量碰撞前后的动量，则质量要用天平测量，而速度是用水平位移代替的，刻度尺也是必须的，打点计时器和秒表没用。

故选 AB。

(2) [2]A. 只有从同一位置释放，才能保证每次碰撞前的速度相同，故 A 正确；

B. 入射球的质量要大于被碰小球的质量，才能保证碰撞后两球均向右运动，故 B 错误；

C. 本实验对轨道无光滑的要求，故 C 错误；

D. 只有末端水平才能保证是平抛运动，故 D 正确。

故选 AD。

(3) [3]若碰撞过程动量守恒，设小球 m_1 的初速度方向为正方向，根据动量守恒定律应满足

$$m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

小球做平抛运动竖直位移相同，故运动时间相同，由

$$x = vt$$

可知，平抛初速度与水平位移成正比，故应满足的表达式为

$$m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON$$

则可以认为两球碰撞前后在 OP 方向上的总动量守恒。

[4]若是弹性碰撞，则满足机械能守恒

$$\frac{1}{2}m_1v_0^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$$

整理可得

$$m_1 \cdot OP^2 = m_1 \cdot OM^2 + m_2 \cdot ON^2$$

(4) [5] 实验中，选择小钢球和玻璃球相碰，它们的碰撞可以认为是弹性碰撞，可得

$$m_1v_0 = m_1v_1 + m_2v_2, \quad \frac{1}{2}m_1v_0^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$$

联立，解得

$$v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}v_0, \quad v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}v_0$$

依题意

$$m_1 > m_2$$

解得

$$v_1 < v_0 < v_2$$

由平抛运动公式

$$x = v_0t$$

可知

$$x_1 < x_0 < x_2$$

即碰撞后入射小球与被碰小球的落点必然在 P 点的两侧。

三、解答题（本大题共 4 题，共 36 分。要求写出必要的文字说明、主要方程式和重要演算步骤，有数值计算的要明确写出数值和单位，请在答题卡上作答）

17. 【答案】(1) $v_{共} = 2.0\text{m/s}$ ；(2) $h = 0.2\text{m}$

【详解】(1) 因为小球与物块相互作用时间极短，所以小球和物块组成的系统动量守恒。

$$mv_0 = (M + m)v_{共}$$

得

$$v_{共} = 2.0\text{m/s}$$

(2) 小球和物块将以 $v_{共}$ 为初速度向右摆动，摆动过程中只有重力做功，所以机械能守恒，设它们所能达到的最大高度为 h ，根据机械能守恒

$$(m+M)gh = \frac{1}{2}(m+M)v_{共}^2$$

解得

$$h = 0.2\text{m}$$

18. 【答案】(1) 见解析; (2) $T = \frac{2x_0}{v}$, $A = \frac{y_1 - y_2}{2}$; (3) $M = \frac{kx_0^2}{\pi^2 v^2}$

【详解】(1) 设振子的平衡位置为 0, 向下方向的为正方向, 此时弹簧的形变量为 x' , 根据胡克定律及平衡条件有

$$mg - kx' = 0 \quad ①$$

当振子向下偏离平衡位置为 x 时, 回复力为

$$F_{\text{回}} = mg - k(x + x') \quad ②$$

将①代入②得

$$F_{\text{回}} = -kx$$

可见, 重物振动时的受力符合简谐运动的条件。

(2) 记录纸匀速运动, 振子振动的周期等于记录纸运动位移 $2x_0$ 所用的时间, 则周期

$$T = \frac{2x_0}{v} \quad ③$$

振幅为

$$A = \frac{y_1 - y_2}{2}$$

(3) 根据题意, 弹簧振子的周期为

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} \quad ④$$

联立③④得振子的质量

$$M = \frac{kx_0^2}{\pi^2 v^2}$$

19. 【答案】(1) 980m; (2) $5.5 \times 10^5 \text{N}$; (3) $-9 \times 10^5 \text{J}$

【详解】(1) 飞机仅在阻力 f 的作用下做匀减速直线运动, 根据动能定理

$$-fx = 0 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

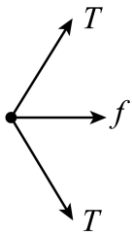
解得

$$x = 980\text{m}$$

(2) 根据 $v-t$ 图像可求得飞机加速度大小为

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{70 - 10}{2.4 - 0.4} \text{m/s}^2 = 30 \text{m/s}^2$$

飞机受力如图所示



根据牛顿第二定律

$$2T \cos \frac{\alpha}{2} + f = ma$$

解得

$$T = 5.5 \times 10^5 \text{ N}$$

(3) 无阻拦索时，飞机需滑行

$$x = 980 \text{ m}$$

有阻拦索时，飞机实际滑行距离

$$x' = x - s = 82 \text{ m}$$

由图像面积可知，从 t_1 时刻至 t_2 时刻，飞机的位移为

$$s_1 = 80 \text{ m}$$

因此，从 t_2 时刻至飞机停止，飞机的位移为

$$s_2 = 2 \text{ m}$$

从 t_2 时刻至飞机停止，根据动能定理

$$W - fs_2 = 0 - \frac{1}{2}mv_2^2$$

解得

$$W = -9 \times 10^5 \text{ J}$$

20. 【答案】(1) $G \frac{M_0 m_0}{R_0^3} x$; (2) $\sqrt{\frac{GM_0(R_0^2 - h^2)}{R_0^3}}$; (3) $\frac{\sqrt{6}}{3} R_0$

【详解】(1) 当质点处于离球心 O 的距离为 r 时，内含球体质量

$$M' = \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot \rho = \frac{M_0}{R_0^3} r^3$$

质点所受引力

$$F_r = G \frac{M' m_0}{r^2}$$

整理有

$$F_r = G \frac{M_0 m_0}{R_0^3} x$$

(2) 引力沿 AB 方向的分力为

$$F_x = F_r \frac{x}{r} = G \frac{M_0 m_0}{R_0^3} x$$

由上述分析可知，该力与 x 成正比，由动能定理有

$$\overline{F_x} \cdot x = \frac{F_x}{2} \cdot x = \frac{1}{2} m v_0^2 - 0$$

而

$$x = \sqrt{R_0^2 - h^2}$$

解得

$$v_0 = \sqrt{\frac{GM_0 (R_0^2 - h^2)}{R_0^3}}$$

(3) 上式可知，质量为 M 的物体到达 O' 处时，速度大小为 v_0 ，刚碰撞后，质量为 M 的物体速度为 V ，质量为 m 的物体速度为 v ，若规定速度由 A 向 B 为正，则

$$M v_0 = M V + m v$$

$$\frac{1}{2} M v_0^2 = \frac{1}{2} M V^2 + \frac{1}{2} m v^2$$

解得

$$v = \frac{2M}{M+m} v_0 \approx 2v_0$$

返回过程中由动能定理

$$-\overline{F_x} \cdot x = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v^2$$

得

$$v_B^2 = \frac{3GM_0}{R_0^3} (R_0^2 - h^2)$$

要使卫星飞出通道达到第一宇宙速度，须有

$$\frac{3GM_0}{R_0^3} (R_0^2 - h^2) = \frac{GM_0}{R_0}$$

解得

$$h = \frac{\sqrt{6}}{3} R_0$$

北京高一高二高三期末试题下载

京考一点通团队整理了【**2023年7月北京各区各年级期末试题&答案汇总**】专题，及时更新 最新试题及答案。

通过【**京考一点通**】公众号，对话框回复【**期末**】或者底部栏目<**高一高二**>**期末试题**>，进入汇总专题，查看并下载电子版试题及答案！

