

2023 北京十一学校高三 10 月月考

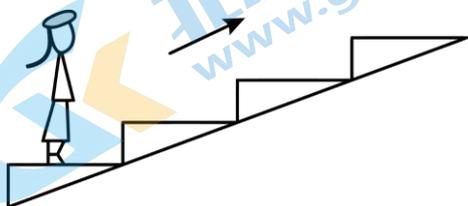
物 理

说明：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

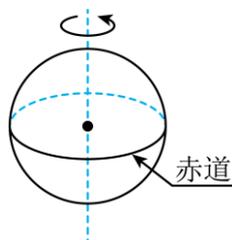
本部分共 10 题，每题 3 分，共 30 分。在每题给出的四个选项中，有的题只有一个选项是正确的，有的题有多个选项是正确的。全部选对的得 3 分，选不全的得 2 分，有选错或不答的得 0 分。把正确的答案填涂在答题纸上。

1. 为了节约能量，某商场安装了智能化的电动扶梯。无人乘行时，扶梯运转得很慢；有人站上扶梯时，它会先慢慢加速，再匀速运转。一顾客乘扶梯上楼，恰好经历了这两个过程，如图所示。那么下列说法中正确的是（ ）



- A. 顾客始终受到扶梯给的摩擦力的作用
- B. 顾客在加速过程是超重状态，匀速阶段则失重
- C. 顾客对扶梯作用力的方向先指左下方，再竖直向下
- D. 顾客离开电梯后，开始脚踩地面自己走的瞬间，会身体前倾，是因为惯性导致

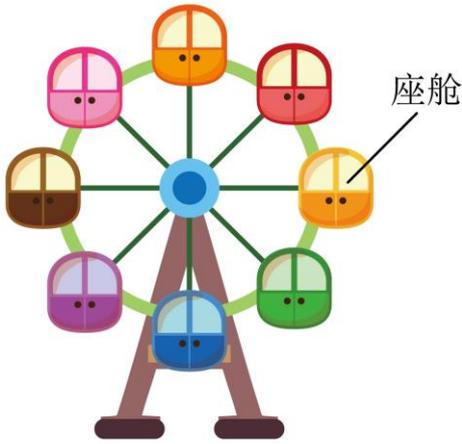
2. 2023 年 8 月 31 日消息，海南文昌航天发射场正在规划建设新一代载人登月火箭发射工位，我国的载人登月将从这里启航。文昌位于北纬 19° ，相比我国其他的卫星发射场，如西昌北纬 28° ，太原北纬 38° ，酒泉北纬 41° ，文昌发射航天器的纬度低，更靠近赤道，如图所示。在更靠近赤道的地方发射航天器的优点是（ ）



- A. 地球的引力小很多，可大量节省发射能量
- B. 地球自转线速度较大，能节省发射能量
- C. 重力加速度较大，能更好控制发射姿态
- D. 地球自转角速度较大，更能节省发射能量

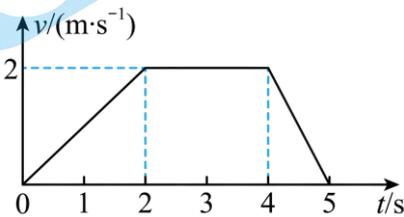
3. 如图所示，摩天轮悬挂的座舱在竖直平面内做匀速圆周运动。座舱的质量为 m ，运动半径为 R ，角速度

大小为 ω ，重力加速度为 g ，则座舱



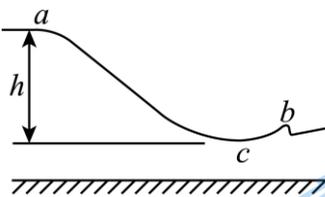
- A. 运动周期为 $\frac{2\pi R}{\omega}$
- B. 线速度的大小为 ωR
- C. 受摩天轮作用力的大小始终为 mg
- D. 所受合力的大小始终为 $m\omega^2 R$

4. 游乐场升降机上下运动时，为了追求刺激会急速上升和下降。某次向上运动过程的速度—时间图像如图，根据图像可知（ ）



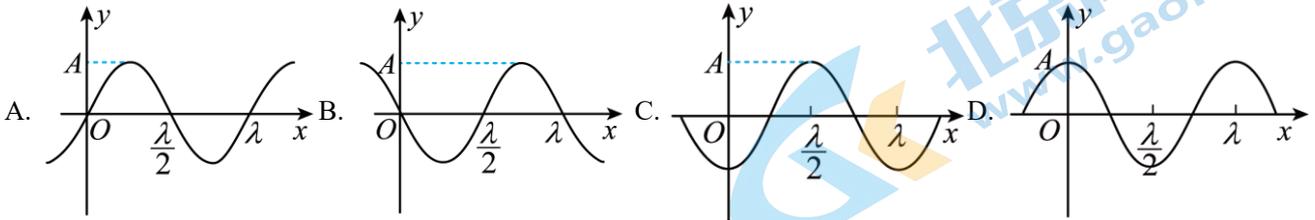
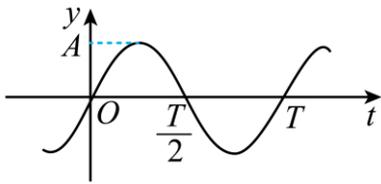
- A. 4-5s 内的加速度为 1m/s^2
- B. 0-5s 内的上升高度为 7m
- C. 第 1s 末与第 3s 末的速度方向相同
- D. 第 1s 内与第 5s 内加速度方向相同

5. 北京 2022 年冬奥会首钢滑雪大跳台局部示意图如图所示。运动员从 a 处由静止自由滑下，到 b 处起跳， c 点为 a 、 b 之间的最低点， a 、 c 两处的高度差为 h 。要求运动员经过 c 点时对滑雪板的压力不大于自身所受重力的 k 倍，运动过程中将运动员视为质点并忽略所有阻力，则 c 点处这一段圆弧雪道的半径不应小于（ ）



- A. $\frac{h}{k+1}$
- B. $\frac{h}{k}$
- C. $\frac{2h}{k}$
- D. $\frac{2h}{k-1}$

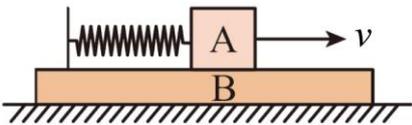
6. 一简谐机械波沿 x 轴正方向传播，周期为 T ，波长为 λ 。若在 $x=0$ 处质点的振动图象如图所示，则该波在 $t=T/2$ 时刻的波形曲线为（ ）



7. 我国将在今年择机执行“天问1号”火星探测任务。质量为 m 的着陆器在着陆火星前，会在火星表面附近经历一个时长为 t_0 、速度由 v_0 减速到零的过程。已知火星的质量约为地球的 0.1 倍，半径约为地球的 0.5 倍，地球表面的重力加速度大小为 g ，忽略火星大气阻力。若该减速过程可视为一个竖直向下的匀减速直线运动，此过程中着陆器受到的制动力大小约为（ ）

- A. $m\left(0.4g - \frac{v_0}{t_0}\right)$ B. $m\left(0.4g + \frac{v_0}{t_0}\right)$ C. $m\left(0.2g - \frac{v_0}{t_0}\right)$ D. $m\left(0.2g + \frac{v_0}{t_0}\right)$

8. 如图所示，两质量相等的物块 A 、 B 通过一轻质弹簧连接， B 足够长、放置在水平面上，所有接触面均光滑。弹簧开始时处于原长，运动过程中始终处在弹性限度内。在物块 A 上施加一个瞬间冲量，使 A 获得水平初速度 v ，此后的运动过程中，下列说法中正确的有（ ）



- A. A 、 B 组成的系统动量守恒，机械能不守恒
 B. 当 A 、 B 第一次共速时，弹簧伸长到最长，弹性势能最大
 C. 如果弹簧劲度系数合适，运动过程中， A 可能向左运动
 D. 当弹簧再一次恢复原长时， A 静止， B 的速度达到最大

9. 近十年来，在电动汽车技术领域我国实现弯道超车，技术水平远超日本和欧洲。在我国，电动汽车的渗透率已经超过 20%。续航里程是评价一辆电动汽车好坏的重要因素，而影响汽车续航里程的一个重要原因是其在行进中所受到的空气阻力。人们发现，汽车在高速行驶过程中受到的空气阻力 f （也称风阻）主要与两个因素有关：①汽车正面的投影面积 S ；②汽车行驶的速度 v 。

$v(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$					
f/N	20	30	40	50	60
S/m^2					
2.0	206	464	824	1291	1860
2.5	258	580	1032	1614	2324

3.0	309	696	1239	1936	2788
3.5	361	812	1445	2258	3252
4.0	412	928	1652	2581	3717

某研究人员在汽车风洞实验室中通过模拟实验得到表中所示数据，由此得出（ ）

- A. 列表实验数据用了控制变量法
- B. 面积相同时，汽车所受阻力 f 与速度 v 成正比
- C. 速度相同时，汽车所受阻力 f 与面积 S 成反比
- D. 汽车所受阻力大小为 $f = kSv^2$ ，式中 k 是与面积和速度都无关的比例系数

10. 近 10 年来我国大力发展空军和海军，新增舰船是除美国外其他国家的总和。无论是飞机还是战舰设计，都需要复杂的流体力学知识。当流体流动时，根据流动特征可以分成湍流和层流：如果流体质点的轨迹（一般说随初始空间坐标 x 、 y 、 z 随时间 t 而变）是有规则的光滑曲线（最简单的情形是直线），这种流动叫层流，此时流体分层流动，各层互不混合，没有这种性质的流动叫湍流。不同状态的流体动力学方程不一样。流体力学中用一个无量纲的数--雷诺数 Re (Reynoldnumber)，来表征流体的这一特征，一般情况下，雷诺数小的时候是层流，雷诺数大的时候是湍流。已知雷诺数由四个变量决定，流体的流速 v 、流体的密度 ρ 、特征长度 d ，黏性系数 μ 。请根据所学知识对雷诺数的表达式做出判断，以下表达式中可能正确的是：（已知黏性系数 μ 为流体中相距 dx 的两平行液层，由于内摩擦，使垂直于流动方向的液层间存在速度梯度 $\frac{dv}{dx}$ ，当速度梯度为 1 个单位，相邻层“单位”接触面 S 上所产生的黏滞力 F (亦称内摩擦力)即黏性

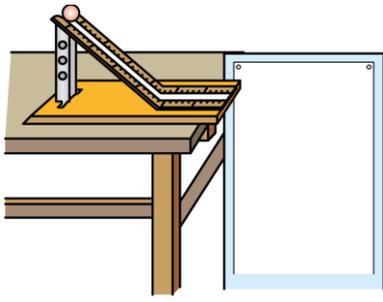
系数，以 μ 表示： $\mu = \frac{F}{\frac{S}{dx}}$ / 它的单位是 $\text{Pa}\cdot\text{s}$) ()

- A. $Re = \frac{\rho\sqrt{vd}}{\mu}$
- B. $Re = \frac{\rho vd}{\mu}$
- C. $Re = \frac{\rho vd^2}{\mu}$
- D. $Re = \frac{\rho vd}{\mu^3}$

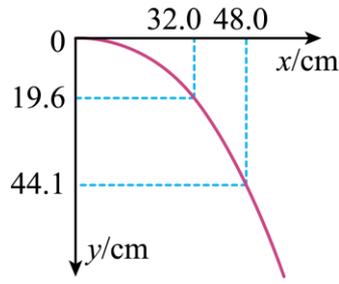
第二部分

本部分共 8 题，共 70 分。

11. 图甲为“研究平抛物体的运动”实验装置示意图，小球抛出后砸在横梁（图中未画出）上时会挤压复写纸，进而在白纸上留下点迹，小球多次落下后，会在纸上留下多个点迹，将这些点迹连成光滑的曲线就是小球的运动轨迹。图乙是实验后在白纸上描出的轨迹和所测得的数据。



甲



乙

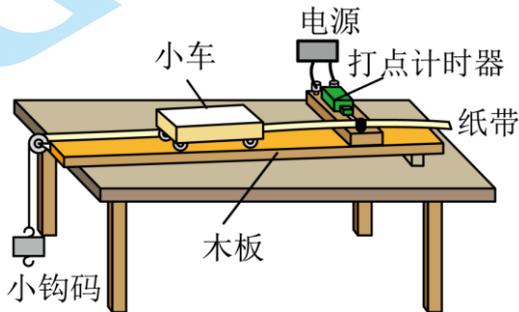
(1) 有关实验的一些操作, 下列说法正确的有 ()

- A. 安装斜槽时必须使其末端切线水平
- B. 固定木板在竖直平面内, 且紧靠斜槽末端
- C. 每次都要从斜槽上不同位置释放小球, 才能更好的描出运动轨迹
- D. 每次都要由静止释放小球

(2) 在甲图上标出小球平抛运动的起始点 O 及 Ox 、 Oy 轴_____;

(3) 根据图乙中的数据, 求出此平抛运动的初速度 $v_0 =$ _____。(结果保留 2 位有效数字)

12. “验证牛顿第二定律”的实验装置如图所示。按图设置好实验装置后, 把细线系在小车上并绕过滑轮悬挂钩码。

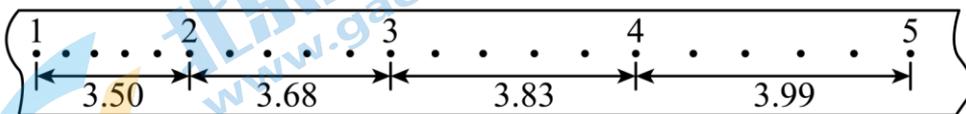


(1) 同学在实验前准备了图中所示的实验装置及下列辅助器材:

- A. 交流电源、导线 B. 直流电源、导线
- C. 天平 (含配套砝码) D. 秒表
- E. 刻度尺

其中必要的器材是_____; 图中木板右端被垫高, 这样做的目的是_____。

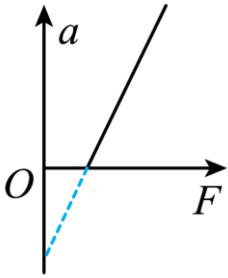
(2) 某同学正确进行实验后, 打出了一条纸带如图所示。计时器打点的时间间隔为 $0.02s$ 。从比较清晰的点起, 每 5 个点取一个计数点, 量出相邻计数点之间的距离。则在打下点迹 3 时, 小车运动的速度 $v =$ _____ m/s (结果保留 3 位有效数字), 该小车的加速度 $a =$ _____ m/s^2 ; (结果保留 3 位有效数字)



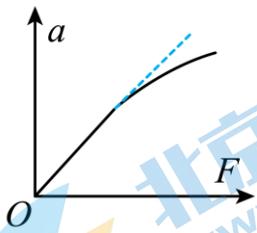
(单位: cm)

(3) 根据测量的实验数据作出物体的加速度 a 和拉力 F 图线即: $a - F$ 图线, 发现其不通过原点, 请分析

其主要原因是_____；



(4) 在对上一问中的装置进行了调整后， $a-F$ 图线能够通过原点。为得到更多的数据点，该同学不断改变钩码质量，发现随着 F 增大， $a-F$ 图象由直线逐渐变为一条弯曲的图线，如图所示。图线在末端弯曲的原因是_____。



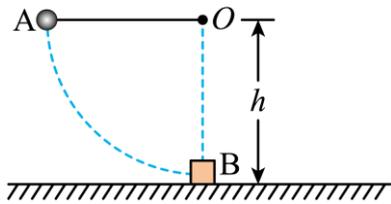
13. 2021 年 3 月份，哈尔滨方正县境内新兴大桥突然出现垮塌，事故未造成交通事故和人员伤亡。后来经第三方专业机构现场应急检查评定，认定事故原因为蚂蚁河河面冰凌撞击导致。为了清理这些堵塞河道的冰凌，空军实施了投弹爆破，飞机在河道上空高 H 处以速度 v_0 水平匀速飞行，投掷下炸弹并击中目标，示意图如图所示。求炸弹刚脱离飞机到击中目标时过程中。

- (1) 炸弹飞行的水平距离；
- (2) 炸弹击中目标时的速度大小；
- (3) 炸弹位移的大小。



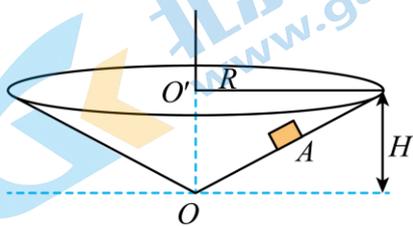
14. 如图所示，小球 A 系在细线的一端，线的另一端固定在 O 点， O 点到水平面的距离为 h 。物块 B 质量是小球的 4 倍，置于粗糙的水平面上且位于 O 点正下方，物块与水平面间的动摩擦因数为 μ 。现拉动小球使线水平伸直，小球由静止开始释放，运动到最低点时与物块发生正碰（碰撞时间极短，两个物体弹性很好，碰撞过程没有机械能损失），小球与物块均视为质点，不计空气阻力，重力加速度为 g 。

- (1) 求碰前瞬间球 A 的速度；
- (2) 碰后球 A 的反弹高度；
- (3) 碰后物块 B 在水平面上滑行的时间 t 。



15. 如图所示，一个竖直放置的圆锥筒可以不同的转速绕其中心轴 OO' 转动，筒内壁粗糙，筒口半径为 R ，筒高为 H ，且满足 $H = \frac{3R}{4}$ ，筒内壁 A 点处有一质量为 m 的小物块， A 点位于斜面的一半处，即 A 到 OO' 轴的距离为 $\frac{R}{2}$ 。

- (1) 当筒不转动时，物块静止在筒壁 A 点受到的摩擦力和支持力的大小；
- (2) 当物块在 A 点随筒做匀速转动，且其受到的摩擦力为零时，筒转动的角速度；
- (3) 若已知斜面的最大静摩擦系数 $\mu_0 = 0.5$ ，转动过程中，要求物块相对锥筒一直保持静止，求锥筒的最大角速度。



16. 北京冬奥会开幕式的浪漫烟花（如图甲），让人惊叹不已。假设某种型号的礼花弹在地面上从专用炮筒中沿竖直方向射出，到达最高点时炸开（如图乙）。礼花弹的结构如图丙所示，其工作原理为：点燃引线，引燃发射药燃烧发生爆炸，礼花弹获得一个初速度并同时点燃延期引线。当礼花弹到最高点附近时，延期引线点燃礼花弹，礼花弹炸开。已知礼花弹质量 $m = 0.1\text{kg}$ ，从炮筒射出的速度为 $v_0 = 35\text{m/s}$ ，整个过程中礼花弹所受的空气阻力大小始终是其重力大小的 0.25 倍，延期引线的燃烧速度为 $v = 2\text{cm/s}$ ，忽略炮筒的高度，重力加速度取 $g = 10\text{m/s}^2$ 。

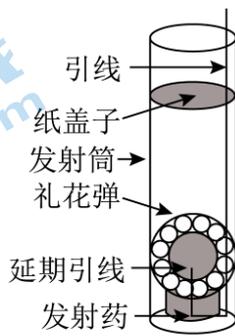
- (1) 求礼花弹射出后，上升的最大高度 h ；
- (2) 要求爆炸发生在超过礼花弹最大高度的 96% 范围，则延期引线至少多长；
- (3) 设礼花弹与炮筒相互作用的时间 $\Delta t = 0.01\text{s}$ ，求礼花弹对炮筒的平均作用力大小。



甲



乙



丙

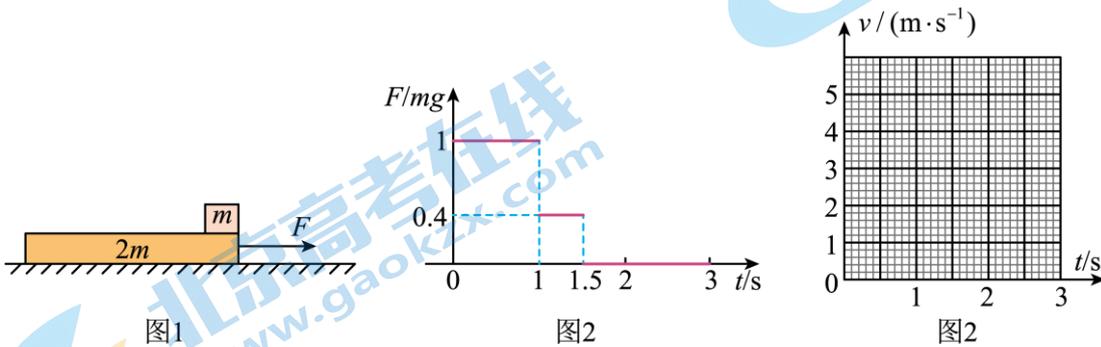
17. 图 1 中，质量为 m 的物块叠放在质量为 $M = 2m$ 的足够长的木板上方右侧，木板放在光滑的水平地面

上，物块与木板之间的动摩擦因数 $\mu = 0.2$ 。在木板上施加一水平向右的拉力 F ，在 $0 \sim 3\text{s}$ 内 F 的变化如图2所示，图中 F 以 mg 为单位，重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 。整个系统开始时静止。

(1) 求第一秒内物块的加速度 a_m 和木板的加速度 a_M ；

(2) 求出 1.5s 和 2s 时木板的速度，并在同一坐标系（图3）中画出 $0 \sim 3\text{s}$ 内木板和物块的 $v-t$ 图像，据此求 $0 \sim 3\text{s}$ 内物块相对于木板滑过的距离；

(3) 已知 $m = 1\text{kg}$ ，求前 3s 内外力的总功和摩擦产生的热量。



18. 中国空间站（英文：China Space Station，缩写：CSS，又称：天宫空间站）是我国的国家级太空实验室。中国空间站轨道高度为 $400 \sim 450$ 千米，倾角 $42 \sim 43$ 度，设计寿命为 10 年，长期驻留 3 人，最大可扩展为 180 吨级六舱组合体，以进行较大规模的空间应用。空间站拟按长期载 3 人状态设计，运营阶段每半年由载人飞船实施人员轮换，而初期将采用人员间断访问方式。载人空间站建成后，将成为中国空间科学和新技术研究实验的重要基地，在轨运营 10 年以上。

已知地球半径为 R ，地球表面重力加速度为 g ，中国空间站绕地球做匀速圆周运动，运行轨道距离地面高度为 h ，不考虑地球自转的影响。可能用到的数学关系： $(1+x)^n = 1+nx$ ($x \ll 1$) 表达式中 n 为任意实数。

(1) 求空间站的运行周期 T ；

(2) 接上问，空间站运行过程中在外太空由于受到稀薄空气阻力的作用，运行高度会缓慢下降，若某段时间高度下降了 Δh ，且 $\Delta h \ll h$ ，求周期改变量 ΔT 与原来周期 T 的关系。（利用题干数学表达式化简结果）

(3) 空间站在轨时，万有引力充当了圆运动的向心力，内部是完全失重的环境，但其实由于空间站有一定的大小，其内部为微重力环境。

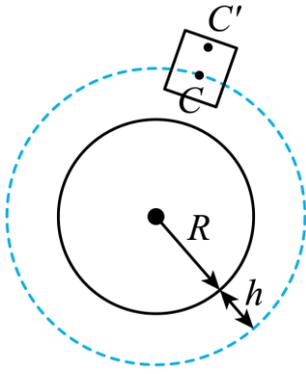
为了便于讨论此问题，我们构建一个简化模型，假如空间站内 C 点物体是完全失重，如图所示（为了突出空间站，图中比例失真），若质量为 m 的 S 物体位于 C' 点， CC' 沿地心连线方向上距离为 l 且 $l \ll h$ 。

①若 S 只受万有引力的作用，它将会做离心运动还是近心运动？

②为了保证 S 相对于空间站静止，一起以相同的角速度运行，则沿地心与 S 连线上需要施加作用力，判断力的方向是指向地心还是背离地心？设 C 点到地心的距离为 r ，求出此力的表达式；（利用题干数学表达式化简结果）

③接上问若已知地球半径为 $R=6400\text{km}$ ，轨道 C 点出高度为 450km ， CC' 的距离为 1m ，地表重力加速度

为 9.8m/s^2 ，轨道所在处的重力加速度约为 8.6m/s^2 ， m 为 1kg ，试估算此力的大小。



参考答案

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. 【答案】CD

【详解】A. 匀速时，顾客只受重力和支持力，不受摩擦力，故 A 错误；

B. 在向上加速运动时，顾客具有竖直方向的分加速度，顾客处于超重状态，在匀速阶段，处于平衡状态，故 B 错误；

C. 在慢慢加速的过程中，物体加速度与速度同方向，合力斜向右上方，因而顾客受到的摩擦力与接触面平行水平向右，电梯对其的支持力和摩擦力的合力方向指向右上，由牛顿第三定律，它的反作用力即人对电梯的作用方向指向左下方；在匀速运动的过程中，顾客处于平衡状态，只受重力和支持力，顾客与电梯间的摩擦力等于零，顾客对扶梯的作用力为压力，方向竖直向下。故 C 正确；

D. 顾客离开电梯后，开始脚踩地面自己走的瞬间，脚接触地面后速度变为零，上半身速度还保持不变，会身体前倾，是因为惯性导致。故 D 正确。

故选 CD。

2. 【答案】B

【详解】A. 地球的引力与纬度无关，故 A 错误；

B. 文昌航天发射场的纬度低，随地球自转线速度较大，能节省发射能量，故 B 正确；

C. 重力加速度与纬度有关，纬度越高，重力加速度越大，故 C 错误；

D. 地球自转角速度与纬度无关，故 D 错误。

故选 B。

3. 【答案】BD

【详解】由于座舱做匀速圆周运动，由公式 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ，解得： $T = \frac{2\pi}{\omega}$ ，故 A 错误；由圆周运动的线速度与角速度的关系可知， $v = \omega R$ ，故 B 正确；由于座舱做匀速圆周运动，所以座舱受到摩天轮的作用力是变力，不可能始终为 mg ，故 C 错误；由匀速圆周运动的合力提供向心力可得： $F_{\text{合}} = m\omega^2 R$ ，故 D 正确。

4. 【答案】BC

【详解】A. 4-5s 内的加速度为

$$a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = \frac{0-2}{5-4} \text{ m/s}^2 = -2 \text{ m/s}^2$$

故 A 错误；

B. $v-t$ 图象与坐标轴围成的面积表示位移，0-5s 内的上升高度为

$$x = \frac{2+5}{2} \times 2\text{m} = 7\text{m}$$

故 B 正确；

C. 由图可知 0-5s 内升降机向上运动，故第 1s 末与第 3s 末的速度方向相同，故 C 正确；

D. $v-t$ 图象的斜率表示加速度，可知第 1s 内升降机的加速度方向向上，第 5s 内升降机的加速度方向向下，故第 1s 内与第 5s 内加速度方向相反，故 D 错误。

故选 BC。

5. 【答案】D

【详解】运动员从 a 到 c 根据动能定理有

$$mgh = \frac{1}{2}mv_c^2$$

在 c 点有

$$F_{Nc} - mg = m\frac{v_c^2}{R_c}$$

$$F_{Nc} \leq kmg$$

联立有

$$R_c \geq \frac{2h}{k-1}$$

故选 D。

6. 【答案】A

【分析】由 $x=0$ 点处质点的振动图象可知该质点的运动情况，得出 $\frac{T}{2}$ 时刻的运动性质即可得出符合题意的选项。

【详解】从振动图上可以看出 $x=0$ 处的质点在 $t=\frac{T}{2}$ 时刻处于平衡位置，且正在向下振动，波沿 x 轴正向传播，根据走坡法，四个选项中只有 A 图符合要求，故 A 项正确。

【点睛】本题要求学生能正确的分析振动图象和波动图象；难点在于能否由波动图象中得出物体的运动方向。

7. 【答案】B

【详解】忽略星球的自转，万有引力等于重力

$$G\frac{Mm}{R^2} = mg$$

则

$$\frac{g_{火}}{g_{地}} = \frac{M_{火}}{M_{地}} \cdot \frac{R_{地}^2}{R_{火}^2} = 0.1 \times \frac{1}{0.5^2} = 0.4$$

解得

$$g_{火} = 0.4g_{地} = 0.4g$$

着陆器做匀减速直线运动，根据运动学公式可知

$$0 = v_0 - at_0$$

解得

$$a = \frac{v_0}{t_0}$$

匀减速过程，根据牛顿第二定律得

$$f - mg = ma$$

解得着陆器受到的制动力大小为

$$f = mg + ma = m(0.4g + \frac{v_0}{t_0})$$

ACD 错误，B 正确。

故选 B。

8. 【答案】ABD

【详解】A. 通过轻质弹簧连接的 A 、 B 组成的系统所受的外力的矢量和为零，系统动量守恒；但轻质弹簧的弹性势能在不断的变化， A 、 B 组成的系统机械能不守恒，故 A 正确；

B. A 获得水平初速度 v 后的运动过程中，在弹簧弹力的作用下， A 减速， B 加速，第一次共速时， A 、 B 的位移差最大，弹簧伸长到最长，弹性势能最大，故 B 正确；

C. 由于物块 A 、 B 质量相等，若 A 向左运动，根据动量守恒定律就会得到 B 向右运动的速度大于 A 获得水平初速度 v ，从而出现 A 、 B 以及弹簧组成的系统机械能增加的谬论，所以无论弹簧劲度系数取何值，运动过程中， A 都不可能向左运动，故 C 错误；

D. 当弹簧再一次恢复原长时， A 、 B 完成一次类弹性碰撞，交换速度， A 静止， B 的速度达到最大值 v ，故 D 正确。

故选 ABD。

9. 【答案】AD

【详解】B. 当面积 S 不变时，研究表格中某一行中的各个数据，可得到汽车所受阻力 f 与速度的平方 v^2 成正比，故 B 错误；

C. 当速度 v 不变时，研究表格中某一列中的各个数据，可得到汽车所受阻力 f 与面积 s 成正比，故 C 错误；

A. 由 BC 分析可知该列表实验数据采用控制变量法研究汽车所受阻力一个量与速度、面积两个量的关系，故 A 正确；

D. 由表中数据可得汽车所受阻力大小为

$$f = kSv^2$$

代入数据计算可得每组数据 k 值大小都非常接近，故式中 k 是与面积和速度都无关的比例系数，故 D 正确。

故选 AD。

10. 【答案】B

【详解】A. 如果 $Re = \frac{\rho\sqrt{vd}}{\mu}$ 则其单位为

$$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{m}}{\text{m}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{Pa} \cdot \text{s}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^2}{\text{m}^3 \cdot \text{s}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}} = \frac{\text{s}^{\frac{1}{2}}}{\text{m}^{\frac{1}{2}}}$$

由于雷诺数是无量纲的，故 A 错误；

B. 如果 $Re = \frac{\rho vd}{\mu}$ 则其单位为

$$\frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{m}}{\text{m}^3 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa} \cdot \text{s}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{m} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^3 \cdot \text{s} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}} = 1$$

由于雷诺数是无量纲的，故 B 正确；

C. 如果 $Re = \frac{\rho vd^2}{\mu}$ 其单位为

$$\frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{m}^2}{\text{m}^3 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa} \cdot \text{s}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{m} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^3 \cdot \text{s} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}} = \text{m}$$

由于雷诺数是无量纲的，故 C 错误；

D. 如果 $Re = \frac{\rho vd}{\mu^3}$ 其单位为

$$\frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{m}}{\text{m}^3 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}^3 \cdot \text{s}^3} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{m} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^6}{\text{m}^3 \cdot \text{s} \cdot \text{kg}^3 \cdot \text{s}^3} = \frac{\text{m}^2 \cdot \text{s}^2}{\text{kg}^2}$$

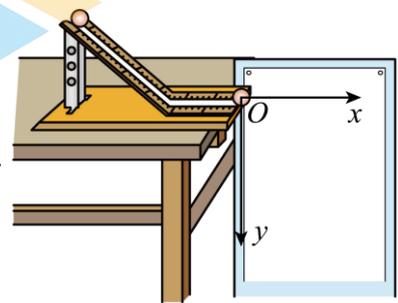
由于雷诺数是无量纲的，故 D 错误。

故选 B。

第二部分

本部分共 8 题，共 70 分。

11. 【答案】 ①. ABD##ADB##BAD##BDA##ADB##DAB##DBA ②.



③. 1.6m/s

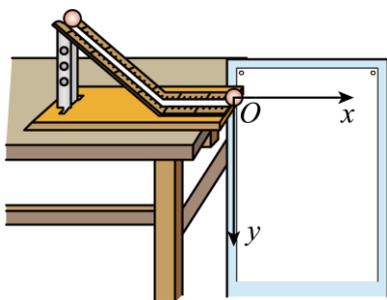
【详解】(1) [1]A. 要使小球做平抛运动需要其斜槽末端切线水平，不水平会引起实验的误差，故 A 正确；

B. 小球应在竖直方向上做自由落体运动木板应固定在竖直平面内且紧靠斜槽末端，故 B 正确；

CD. 每次都要从斜槽上相同位置静止释放小球, 保证小球做平抛运动的初速度相同, 多次实验提高实验精确程度, 才能更好的描出运动轨迹, 故 C 错误, D 正确。

故选 ABD。

(2) [2]如图所示



(3) [3] 水平方向可知

$$y = \frac{1}{2}gt^2$$

可得

$$t = \sqrt{\frac{2y}{g}}$$

水平方向为

$$x = v_0t$$

联立解得

$$v_0 = \frac{x}{t} = x\sqrt{\frac{g}{2y}} = 1.6\text{m/s}$$

12. 【答案】 ①. ACE ②. 平衡摩擦力 ③. 0.376 ④. 0.160 ⑤. 平衡摩擦力不足或没有平衡摩擦力##平衡摩擦力不足##没有平衡摩擦力 ⑥. 所挂钩码的总质量太大

【详解】(1) [1][2]打点计时器需要交流电源, 即选 A; 验证牛顿第二定律需要用天平测量小车的质量, 即选 C; 打点计时器本身就是计时工具, 不需要秒表; 需要使用刻度尺测量纸带打点之间的距离, 即选 E; 所以必要的器材为 ACE, 图中木板右端被垫高, 这样做的目的是为了消除摩擦力对小车的影响, 即平衡摩擦力。

(2) [3][4]匀变速直线运动中, 某段时间内的中间时刻速度等于平均速度, 所以

$$v_3 = \frac{0.0368\text{m} + 0.0383\text{m}}{2 \times 0.1\text{s}} = 0.376\text{m/s}$$

根据逐差法求解加速度

$$a = \frac{0.0399 + 0.0383 - 0.0368 - 0.0350}{4 \times 0.1^2} \text{m/s}^2 = 0.160\text{m/s}^2$$

(3) [5]在开始阶段, 拉力不为零时, 加速度为 0, 说明合外力为 0, 即平衡摩擦力不足或没有平衡摩擦力。

(4) [6]对钩码，根据牛顿第二定律得

$$mg - F = ma$$

对小车由牛顿第二定律得

$$F = Ma$$

解得

$$F = \frac{Mmg}{M+m} = \frac{mg}{1+\frac{m}{M}}$$

$$a = \frac{mg}{M+m}$$

开始时，砝码质量远小于小车质量，绳上拉力 $F \approx mg$ ， $a-F$ 图像为直线；当砝码质量不再远小于小车质量时 $F < mg$ ，所以图线在末端弯曲的原因是所挂钩码的总质量太大。

13. 【答案】(1) $v_0\sqrt{\frac{2H}{g}}$ ；(2) $\sqrt{v_0^2 + 2gH}$ ；(3) $\sqrt{\frac{2Hv_0^2}{g} + H^2}$

【详解】(1) 根据平抛规律，有

$$H = \frac{1}{2}gt^2$$

$$x = v_0t$$

解得

$$x = v_0\sqrt{\frac{2H}{g}}$$

(2) 竖直方向

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

炸弹击中目标时的速度大小为

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + 2gH}$$

(3) 炸弹位移的大小为

$$s = \sqrt{x^2 + H^2} = \sqrt{\frac{2Hv_0^2}{g} + H^2}$$

14. 【答案】(1) $\sqrt{2gh}$ ，水平向右；(2) $\frac{9}{25}h$ ；(3) $\frac{2\sqrt{2gh}}{5\mu g}$

【详解】(1) 设小球的质量为 m ，运动到最低点与物块碰撞前的速度大小为 v ，取小球运动到最低点重力势能为零，根据机械能守恒定律，有

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

解得

$$v = \sqrt{2gh}$$

水平向右

(2) 设小球与物块碰后, 小球的速度为 v_1 , 物块的速度为 v_2 ; 由于小球运动到最低点时与物块发生正碰, 碰撞时间极短, 两个物体弹性很好, 碰撞过程没有机械能损失, 由动量守恒和机械能守恒定律可得

$$mv = mv_1 + 4mv_2, \quad \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2} \times 4mv_2^2$$

解得

$$v_1 = -\frac{3}{5}v = -\frac{3}{5}\sqrt{2gh}, \quad v_2 = \frac{2}{5}\sqrt{2gh}$$

设碰后球 A 的反弹高度为 h_1 , 由动能定理得

$$-mgh_1 = \frac{1}{2}mv_1^2$$

解得

$$h_1 = \frac{9}{25}h$$

(3) 碰后对 B 由动量定理得

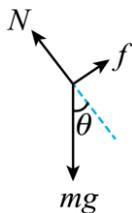
$$-\mu \times 4mgt = 0 - 4mv_2$$

解得

$$t = \frac{2\sqrt{2gh}}{5\mu g}$$

15. 【答案】(1) $f = \frac{3}{5}mg$, $N = \frac{4}{5}mg$; (2) $\sqrt{\frac{3g}{2R}}$; (3) $2\sqrt{\frac{g}{R}}$

【详解】(1) 设圆锥母线与水平方向的夹角为 θ , 当筒不转动时, 物块静止在筒壁 A 点时受到的重力、摩擦力和支持力三力作用而平衡, 如图



可得

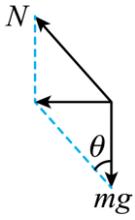
$$\sin \theta = \frac{H}{\sqrt{H^2 + R^2}} = \frac{3}{5}$$

由平衡条件得摩擦力和支持力的大小为

$$f = mg \sin \theta = \frac{3}{5}mg, \quad N = mg \cos \theta = \frac{4}{5}mg$$

(2) 当物块在 A 点随筒做匀速转动, 且其所受到的摩擦力为零时, 物块在筒壁 A 点时受到的重力和支持

力作用，它们的合力提供向心力，如图



设筒转动的角速度为 ω 有

$$mg \tan \theta = m\omega^2 \frac{R}{2}$$

由几何关系得

$$\tan \theta = \frac{3}{4}$$

联立解得

$$\omega = \sqrt{\frac{3g}{2R}}$$

(3) 当角速度最大时筒壁对物块的最大静摩擦力沿筒壁向下，由牛顿第二定律，竖直方向有

$$N \cos \theta = f \sin \theta + mg$$

水平方向有

$$N \sin \theta + f \cos \theta = m\omega^2 \frac{R}{2}$$

又

$$f = \mu N$$

联立得

$$\omega = 2\sqrt{\frac{g}{R}} \text{ rad/s}$$

即最大角速度不能超过 $2\sqrt{\frac{g}{R}}$ rad/s。

16. 【答案】(1) 49m; (2) 4.48cm; (3) 351.25N

【详解】(1) 根据牛顿第二定律得

$$a = \frac{mg + 0.25mg}{m} = 12.5 \text{ m/s}^2$$

根据运动学公式

$$v_0^2 = 2ah$$

解得

$$h = 49 \text{ m}$$

(2) 根据

$$v_0^2 = 2ah$$

$$v_0^2 - v_1^2 = 2ah \times 0.96$$

联立得

$$v_1 = 7\text{m/s}$$

则

$$t_1 = \frac{v_0 - v_1}{a} = 2.24\text{s}$$

$$L = vt_1 = 4.48\text{cm}$$

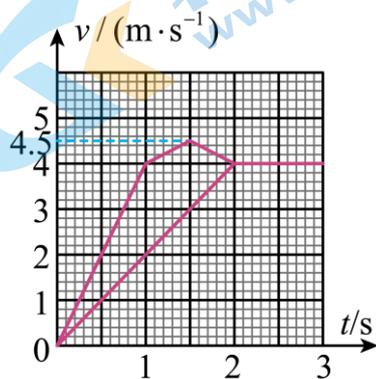
(3) 由动量定理

$$(F - mg - 0.25mg)\Delta t = mv_0$$

解得

$$F = 351.25\text{N}$$

17. 【答案】(1) $a_m = 2\text{ m/s}^2$, $a_M = 4\text{ m/s}^2$; (2) $v_{1.5\text{s}} = 4.5\text{m/s}$, $v_{2\text{s}} = 4\text{m/s}$,



$$\Delta x = 2.25\text{m};$$

(3) 28.5J, 4.5J

【详解】设物块与木板刚要发生相对滑动时的拉力为 F_0 , 此时物块与木板之间摩擦力为最大静摩擦力, 对物块与木板整体

$$F_0 = (M + m)a_0$$

对物块

$$\mu mg = ma_0$$

联立解得

$$F_0 = 0.6mg$$

(1) 第 1s 内, 由于 $F = mg > 0.6mg$, 物块与木板发生相对滑动, 对物块和木板分别运用牛顿第二定律可得

$$\mu mg = ma_m$$

$$F - \mu mg = Ma_M$$

联立解得

$$a_m=2 \text{ m/s}^2, a_M=4 \text{ m/s}^2$$

(2) 根据速度公式 $v=v_0+at$ 可知, 在 $t=1\text{s}$ 时木板与物块的速度分别为 v_1 和 v_1' , 则

$$v_1 = a_M t = 4 \text{ m/s}, \quad v_1' = a_m t = 2 \text{ m/s}$$

在 $1\text{s}\sim 1.5\text{s}$ 内, 由于 $F=0.4mg$, 物块继续以 a_m 做匀加速运动, 木板将以 a_2 做匀加速运动; 对木板, 根据牛顿第二定律可得

$$F - \mu mg = Ma_2$$

解得

$$a_2 = 1 \text{ m/s}^2$$

在 $t=1.5\text{s}$ 时木板与物块的速度分别为 v_2 和 v_2' , 速度公式可得

$$v_2 = v_1 + a_2 \times 0.5\text{s} = 4.5 \text{ m/s}$$

$$v_2' = v_1' + a_m \times 0.5\text{s} = 3 \text{ m/s}$$

在 $t > 1.5\text{s}$ 后, 由于 $F=0$, 在相互之间的摩擦力作用下, 物块继续以 a_m 做匀加速运动, 木板将做匀减速运动, 最后达到共同速度 v_3 , 此过程需要的时间为 Δt , 则有

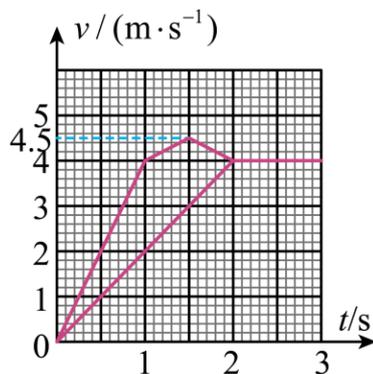
$$v_3 = v_2 - \frac{\mu mg}{M} \times \Delta t$$

$$v_3 = v_2' + a_m \times \Delta t$$

解得

$$v_3 = 4 \text{ m/s}, \quad \Delta t = 0.5\text{s}$$

即木板与物块在 2s 末开始以共同速度 v_3 做匀速直线运动。



根据 $v-t$ 图像可知在 $0\sim 3\text{s}$ 内物块相对于木板滑过的距离对应木板和物块 $v-t$ 图线下的面积之差, 面积可看作由两个三角形组成, 因此 $0\sim 3\text{s}$ 内物块相对于木板滑过的距离

$$\Delta x = \frac{1}{2} \times 1\text{s} \times (0.5 + 4) \text{ m/s} = 2.25 \text{ m}$$

(3) 前 3s 内摩擦产生的热量

$$Q = \mu mg \times \Delta x = 0.2 \times 1 \times 10 \times 2.25 \text{ J} = 4.5 \text{ J}$$

根据功能关系可知, 前 3s 内外力的总功

$$W = Q + \frac{1}{2}(M+m)v_3^2 = 4.5\text{J} + \frac{1}{2} \times 3 \times 4^2\text{J} = 28.5\text{J}$$

18. 【答案】(1) $T = \frac{2\pi(R+h)}{R} \sqrt{\frac{R+h}{g}}$; (2) $\Delta T = \frac{2\pi}{\sqrt{gR}}(\sqrt{R+3h} - \sqrt{R+3h-3\Delta h})$; (3) ①离心运动; ②指

向地心; $F = \frac{mgR^2}{r^2} - \frac{mgR^2}{r^2+2rl}$; ③0.045N

【详解】(1) 根据

$$G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} (R+h)$$

$$G \frac{Mm}{R^2} = mg$$

可得

$$T = \frac{2\pi(R+h)}{R} \sqrt{\frac{R+h}{g}}$$

(2) 空间站高度下降 Δh 后的周期

$$T' = \frac{2\pi}{R} \sqrt{\frac{(R+h-\Delta h)^3}{g}}$$

则

$$\Delta T = \frac{2\pi}{R} \sqrt{\frac{(R+h)^3}{g}} - \frac{2\pi}{R} \sqrt{\frac{(R+h-\Delta h)^3}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{(1+\frac{h}{R})^3}{g}} - 2\pi \sqrt{\frac{(1+\frac{h-\Delta h}{R})^3}{g}} = \frac{2\pi}{\sqrt{gR}} (\sqrt{R+3h} - \sqrt{R+3h-3\Delta h})$$

(3) ①在 C 点的物体

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

在 C' 点的物体

$$G \frac{Mm}{(r+l)^2} < m \frac{4\pi^2}{T^2} (r+l)$$

即在 C' 点的物体所受的万有引力不足以提供做圆周运动的向心力, 则将做离心运动;

②为了保证 S 相对于空间站静止, 一起以相同的角速度运行, 则沿地心与 S 连线上需要施加作用力, 该力的方向指向地心, 设 C 点到地心的距离为 r , 则

$$F + G \frac{Mm}{(r+l)^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} (r+l)$$

可得此力的表达式

$$F = m \frac{4\pi^2}{T^2} (r+l) - G \frac{Mm}{(r+l)^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} (r+l) - \frac{mgR^2}{(r+l)^2} \approx \frac{4\pi^2 rm}{T^2} - \frac{mgR^2}{r^2+2rl} = \frac{mgR^2}{r^2} - \frac{mgR^2}{r^2+2rl}$$

②在轨道处

$$mg' = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$$

则

$$F = mg' - \frac{mgR^2}{(R+h)^2 + 2(R+h)l}$$

其中 $R=6400\text{km}$, $h=450\text{km}$, $l=1\text{m}$, $g = 9.8\text{m/s}^2$, $g' = 8.6\text{m/s}^2$, $m=1\text{kg}$, 带入数据解得

$$F=0.045\text{N}$$

关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 50W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承“精益求精、专业严谨”的建设理念，不断探索“K12 教育+互联网+大数据”的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供“衔接和桥梁纽带”作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数千场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。

推荐大家关注北京高考在线网站官方微信公众号：[京考一点通](#)，我们会持续为大家整理分享最新的高中升学资讯、政策解读、热门试题答案、招生通知等内容！

