

高等学校教学参考书

理论力学学习题选集

哈尔滨工业大学 清华大学
西北工业大学 大连工学院 理论力学教研室合编
上海交通大学 天津大学
王 铎 主编

人民教育出版社

期 四 第

高等学校教学参考书



理论力学习题选集

哈尔滨工业大学 清华大学
西北工业大学 大连工学院 理论力学教研室合编
上海交通大学 天津大学
王 铎 主编

人民教育出版社



本习题选集分静力学、运动学、动力学和附录四部分,共选列 392 题。可作为高等工业学校机械、土建类专业教学参考选用。

理论力学习题选集

哈尔滨工业大学等校理论力学教研室合编

王铎 主编

人民教育出版社出版(北京沙滩后街)

重庆新华印刷厂印装

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

统一书号 13012·0049 开本850×1168 1/32 印张4.25

字数107,000 印数280,001—306,500 定价(6)¥0.44

1963年11月第1版 1980年6月第9次印刷

序

本习题选集是按1962年5月审訂的高等工业学校机械、土建类专业适用(145学时)的理論力学教学大綱(試行草案)的要求編写的。根据大綱規定的基本要求、习题課时数和学生自学时数,选編了三百个題目。这些題目都是基本的和各类专业通用的(不包括大綱中附有*号內容的习题)。此外,为了引导学生进一步深入思考,还編选了少量难题,由学生选作。在难题前附有*号。

附录中的概念題,主要用以加强学生对理論的深入理解。由于經驗不够成熟,对概念題还不能系統和全面地編选,所以将这些題放在附录中,仅供教师参考选用。附录中的图解題,可选为学生的图算作业。

在編写本习题选集时,参考了二十二本高等工业学校理論力学教研室編写的理論力学习題集、密歇尔斯基著理論力学习題集和铁摩辛柯著工程力学等书。选自原书的題目,有的經過修改,有的被直接采用。

本习题选集由哈尔滨工业大学等校理論力学教研室集体編写,由王鐸主編。各校負責編写的是天津大学魏士貴、上海交通大学吳鎮、大連工学院朱学仁、清华大学傅正泰、西北工业大学孙海潤和哈尔滨工业大学陈长庚。各校理論力学教研室的不少教师参加了編选习题和編写习题卡片的工作。由于我們經驗不足,缺点和錯誤在所难免,希望大家提出批評和指正。

选編者 1963年7月

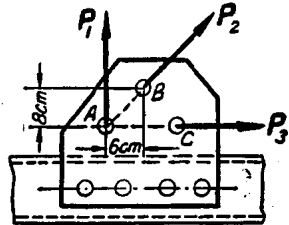
目 录

序	iv
I. 静力学	1
1. 平面汇交力系	1
2. 平面任意力系	7
3. 摩擦	7
4. 空间力系	22
5. 重心	34
II. 运动学	36
6. 点的运动	36
7. 刚体的基本运动	46
8. 点的复合运动	49
9. 刚体的平面运动	56
10. 刚体的定点运动	67
III. 动力学	71
11. 质点的运动微分方程	71
12. 质点的振动	77
13. 质点的相对运动	82
14. 动量定理	84
15. 动量矩定理	89
16. 动能定理	96
17. 综合问题	102
18. 达朗伯原理	106
19. 虚位移原理	112
20. 碰撞	117
IV. 附录	120
1. 概念题	120
2. 图算作业	128

I. 静力学

1. 平面汇交力系

1. 铆接薄板在孔心 A 、 B 和 C 处受三力作用，如图所示。已知： $P_1=10$ 公斤，沿铅垂方向； $P_2=5$ 公斤，沿 AB 方向； $P_3=5$ 公斤，沿水平方向。 AB 在水平和铅垂方向的投影分别为 6 厘米和 8 厘米。求力系的合力。



题 1 附图

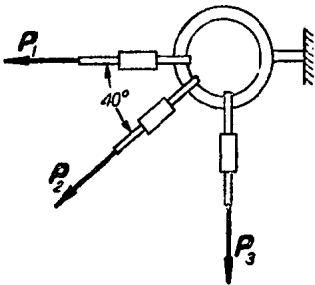
答： $R=16.12$ 公斤；

$$\angle(R, P_1)=29^{\circ}44'$$

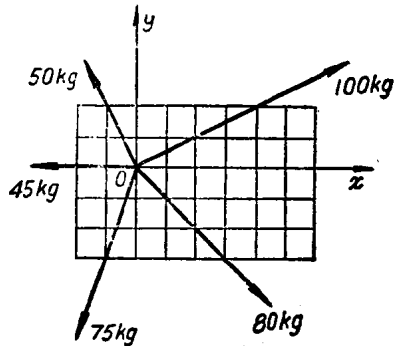
$$\angle(R, P_3)=60^{\circ}16'$$

2. 一固定在墙壁上的圆环受三条绳的拉力作用。 P_1 沿水平方向， P_2 与水平线成 40° 角， P_3 沿铅垂方向。三力的大小分别为： $P_1=200$ 公斤； $P_2=250$ 公斤； $P_3=150$ 公斤。求三力的合力。

答： $R=500$ 公斤； $\angle(R, P_1)=38^{\circ}22'$ ； $\angle(R, P_3)=51^{\circ}38'$ 。



题 2 附图



题 3 附图

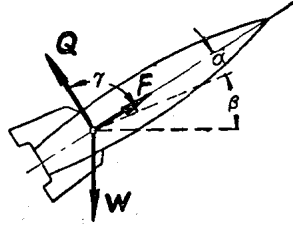
3. 五力作用于一点。图中坐标的单位为厘米。求力系的合力。

答: $R=66.9$ 公斤;

$$\angle(\mathbf{R}, x) = 34^\circ 48'; \angle(\mathbf{R}, y) = 124^\circ 48'.$$

4. 火箭沿与水平面成 $\beta=25^\circ$ 角方向作匀速直线运动。火箭的推力 $F=10$ 吨, 与运动方向成 $\alpha=5^\circ$ 角。如火箭重 20 吨, 求空气动力 Q 和它与飞行方向的交角 γ 。

答: $Q=17.3$ 吨; $\gamma=94^\circ 58'$ 。

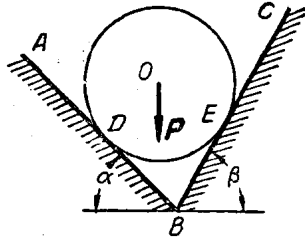


题 4 附图

5. 一均质球重 $P=100$ 公斤, 放在两个相交的光滑斜面之间。如斜面 AB 的倾角为 $\alpha=45^\circ$, 而斜面 BC 的倾角为 $\beta=60^\circ$ 。求两斜面的反力 N_D 和 N_E 的大小。

答: $N_D=89.6$ 公斤;

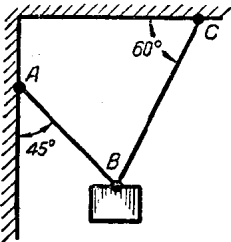
$N_E=73.2$ 公斤。



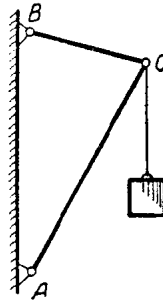
题 5 附图

6. 重 1 吨的物体, 用两根钢索悬挂, 如图所示。设钢索重量不计, 求钢索中的张力。

答: $T_{AB}=0.52$ 吨; $T_{BC}=0.73$ 吨。



题 6 附图



题 7 附图

7. AC 和 BC 两杆用铰链 C 联接, 两杆的另一端分别固定地铰支在墙上。在 C 点悬挂重 1 吨的物体。已知 $AB=AC=2$ 米; $BC=1$ 米。

如不計杆重, 求两杆的内力。

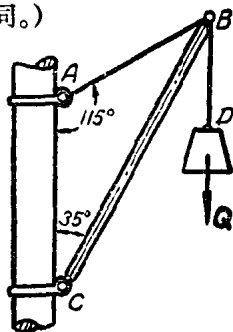
答: $S_{AC} = -1$ 吨; $S_{BC} = +0.5$ 吨。

(其中“+”号表示拉力, “-”号表示压力, 下同。)

8. 起重机由臂 BC 和鏈索 AB 所构成。臂的一端用鉸鏈固定在柱的 C 点, 另一端用绳 BD 悬挂重物 $Q=500$ 公斤。如 $\angle BAC = 115^\circ$, $\angle BCA = 35^\circ$, 且不計臂的重量, 求鏈索的張力 T 和臂的内力 S 。

答: $T = 574$ 公斤;

$S = -903$ 公斤。



题 8 附图

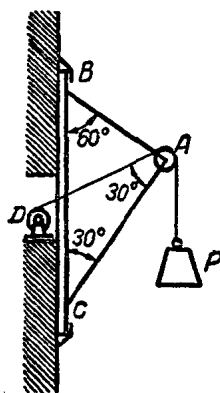
9. 起重机借跨过滑車 D 的鏈条吊起重物 $P=2$ 吨。滑車 D 固定在墙上, $\angle CAD = 30^\circ$ 。起重机各杆間的交角为: $\angle ABC = 60^\circ$, $\angle ACB = 30^\circ$ 。求杆 AC 和 AB 的内力 S_{AC} 与 S_{AB} 。

答: $S_{AC} = -3.46$ 吨; $S_{AB} = 0$ 。

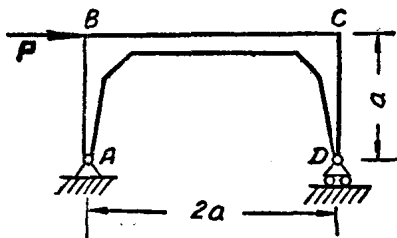
10. 应用力对点之矩的几何表示法, 即力矩的大小等于矩心与力矢量所組成三角形面积的二倍, 证明平面中两汇交力对任意点力矩的代数和等于其合力对该点的矩(合力之矩定理)。

11. 求图示的剛架由于作用在 B 点的水平力 P 所引起的支座反力 R_A 和 R_D 。剛架重量略去不計。

答: $R_A = \frac{\sqrt{5}}{2}P$; $R_D = \frac{1}{2}P$ 。



题 9 附图

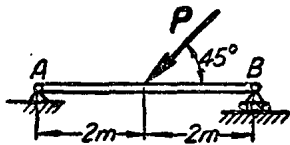


题 11 附图

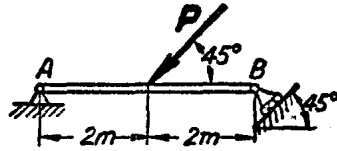
12. 梁 AB 的支座如图所示。在梁的中点作用一力 $P=2$ 吨, 力和梁的轴綫成 45° 角。如梁的重量略去不計, 試分別求(1)和(2)两种情形下的支座反力。

答: (1) $R_A=1.58$ 吨; $R_B=0.71$ 吨。

(2) $R_A=2.24$ 吨; $R_B=1$ 吨。



(1)

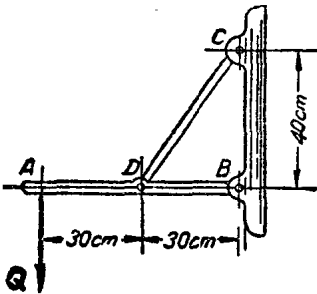


(2)

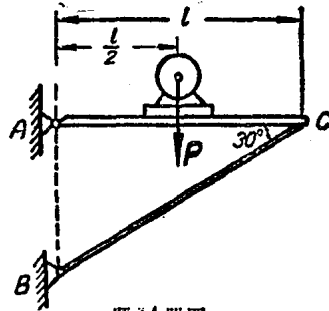
題 12 附图

13. 构架 ABC 受力 $Q=100$ 公斤作用。其中杆 AB 和 CD 在 D 点铰接, B 和 C 点均为固定铰鏈。如不計杆重, 求杆 CD 的内力 S 与支座 B 的約束反力 R_B 。

答: $S=250$ 公斤; $R_B=180$ 公斤。



題 13 附图



題 14 附图

14. 电动机重 $P=500$ 公斤, 放在水平梁 AC 的中央。梁的 A 端以铰鏈固定, 另一端以撑杆 BC 支持, 撑杆与水平梁的交角为 30° 。如忽略梁和撑杆的重量, 求撑杆 BC 的内力 S 。

答: $S=-500$ 公斤。

15. 起重机的构架 ABC 可沿鉛垂軸 BC 滑动, 但在軸上有一固定

凸緣借以支持构架。設載荷 $P=1000$ 公斤，求在 B 和 C 处的反力。忽略构架重量和摩擦。

答: $R_B=857$ 公斤;

$R_C=1317$ 公斤。

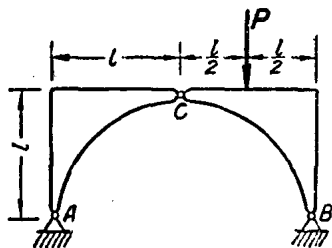
16. 一鉛垂力 $P=50$ 公斤作用于螺旋鉗的端部，求在圓柱上 B 和 C 两点所引起的反作用力。圓柱半徑 $r=5$ 厘米，并忽略 B 点的摩擦。

答: $R_B=300$ 公斤;

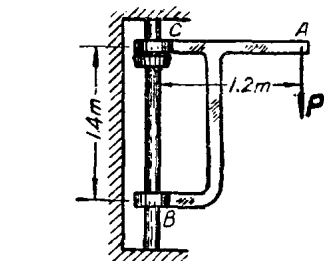
$R_C=304$ 公斤。

17. 图示三鉸拱受鉛垂力 P 的作用。如拱的重量不計，求 A 和 B 两处的支座反力。

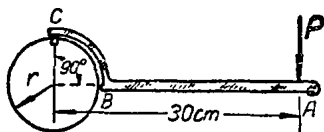
答: $R_A=0.35P$; $R_B=0.79P$ 。



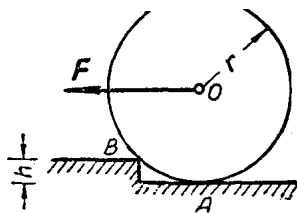
題 17 附图



題 15 附图



題 16 附图



題 18 附图

18. 压路机的碾子重 2 吨，半徑为 $r=40$ 厘米。如用一通过其中心的水平力 F 将此碾子拉过高 $h=8$ 厘米的石块。求此水平力的大小。

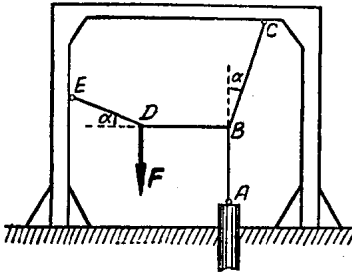
如果要使作用的力为最小，問应沿哪个方向拉？并求此最小力的大小。

答: $F=1.5$ 吨。

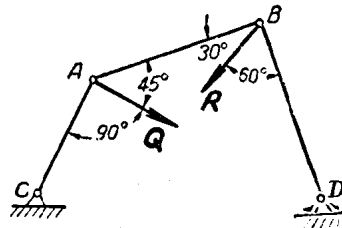
$F_{\text{最小}}=1.2$ 吨；方向与 OB 垂直。

19. 图示为一拔桩装置。在木桩的 A 点上系一绳，将绳的另一端固定在 C 点，然后又在绳的 B 点系另一绳，此绳的另一端固定在 E 点。然后在绳的 D 点用力向下拉，这时绳的 BD 段是水平的， AB 段是铅垂的； DE 段与水平线、 CB 段与铅垂线成等角 $\alpha = 0.1$ 弧度（当 α 很小时， $\text{tg } \alpha \approx \alpha$ ）。如向拉力 $F = 80$ 公斤，求 AB 绳作用于桩上的拉力。

答： $T = 8000$ 公斤。



题 19 附图



题 20 附图

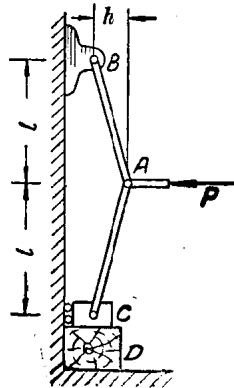
20. 铰接四连杆机构 $CABD$ 的 CD 边固定。在铰链 A 上作用一力 Q ， $\angle BAQ = 45^\circ$ 。在铰链 B 上作用一力 R ， $\angle ABR = 30^\circ$ ，这样使四边形 $CABD$ 处于平衡。如已知 $\angle CAQ = 90^\circ$ ， $\angle DBR = 60^\circ$ ，求力 Q 与 R 的关系。杆重略去不计。

答： $Q : R = 0.61$ 。

21. 压榨机 ABC ，在 A 铰处作用水平力 P ，在 B 点为固定铰链。由于水平力 P 的作用使 C 块压紧物体 D 。如 C 块与墙壁光滑接触，压榨机尺寸如图所示。试求物体 D 所受的压力 R 。

答： $R = \frac{Pl}{2h}$ 。

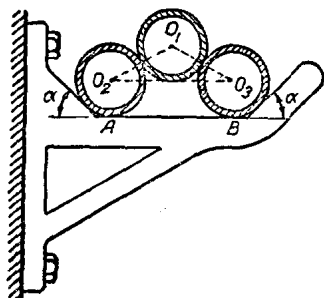
22. 三个相同的钢管各重 P ，放在悬臂的槽内，设下面两个钢管中心的连线恰好与



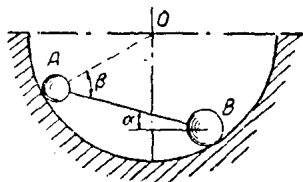
题 21 附图

上面鋼管相切，試分別就 $\alpha=90^\circ$ 、 60° 和 30° 三種情形，求槽底 A 點所受的壓力 N 。

答： 當 $\alpha=90^\circ$ 時， $N=1.5P$ ；
 當 $\alpha=60^\circ$ 時， $N=P$ ；
 當 $\alpha=30^\circ$ 時， $N=0$ 。



題 22 附圖



題 23 附圖

*23. 兩球 A 和 B 分別重 P 和 Q ，用長為 $2l$ 的杆联接，然後將其放在有光滑內表面的球形穴中，此球形穴的半徑為 R 。如不計杆重，求物系平衡時，在接觸點 A 和 B 處的約束反力、杆的內力和杆與水平線的交角 α 。

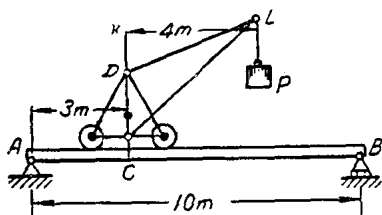
$$\text{答： } N_A = \frac{\cos \alpha}{\sin \beta} P; \quad N_B = \frac{\cos \alpha}{\sin \beta} Q; \quad T = \frac{\cos (\beta - \alpha)}{\sin \beta} P;$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{l(Q-P)}{\sqrt{R^2 - l^2}(P+Q)}; \quad \text{其中 } \cos \beta = \frac{l}{R}.$$

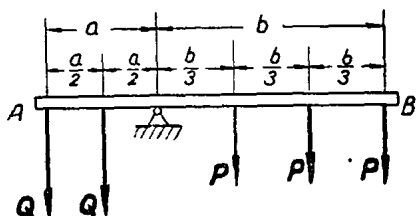
2. 平面任意力系

24. 梁 AB 長 10 米，在梁上鋪設有起重機軌道。起重機重 5 噸，其重心在鉛垂線 CD 上，重物的重量為 $P=1$ 噸，梁重 3 噸，距離 $KL=4$ 米， $AC=3$ 米。求當起重機的伸臂和梁 AB 在同一鉛垂面內時，支座 A 和 B 的反力。

答: $R_A = 5.3$ 吨; $R_B = 3.7$ 吨。



题 24 附图

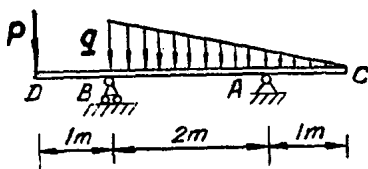


题 25 附图

25. 杠杆 AB 受载荷 P 和 Q 作用, 如图所示。如不计杆重, 求保持杠杆平衡时, a 与 b 的比值。

答: $a:b = \frac{4}{3} \frac{P}{Q}$ 。

26. 梁的支承和载荷如图所示。 $P = 200$ 公斤, 线布载荷的最大值 $q = 100$ 公斤/米。如不计梁重, 求支座反力。



题 26 附图

答: $R_A = -25$ 公斤; $R_B = 375$ 公斤。

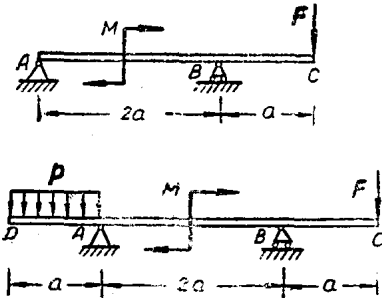
27. 水平梁的支承和载荷如图所示。已知力 F 、力偶的力偶矩 M 和均布载荷 p , 求支座 A 和 B 处的约束反力。

答: (1) $R_{Ax} = 0$, $R_{Ay} = -\frac{1}{2} \left(F + \frac{M}{a} \right)$, $R_B = \frac{1}{2} \left(3F + \frac{M}{a} \right)$;

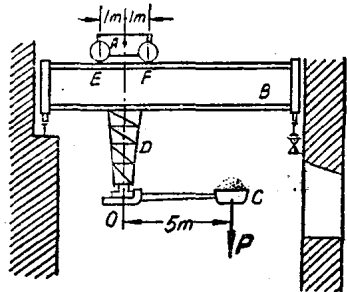
(2) $R_{Ax} = 0$, $R_{Ay} = -\frac{1}{2} \left(F + \frac{M}{a} - \frac{5}{2} pa \right)$,

$R_B = \frac{1}{2} \left(3F + \frac{M}{a} - \frac{1}{2} pa \right)$ 。

28. 马丁炉的送料机由跑车及走动的桥 B 所组成。跑车装有轮子, 可沿装在桥 B 上的轨道移动; 跑车上有一操纵杆 D , 其上装有铁锤 C ; 装在铁锤中的物料重 1.5 吨, 其到跑车铅垂轴綫 OA 的距离为 5 米。欲使物料重不致使跑车倾倒, 问跑车连同操纵杆的重量应有多大。设跑车



題 27 附图



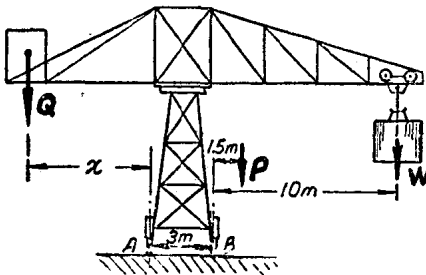
題 28 附图

連同操纵杆在一起的重力作用綫沿 OA 軸，每一輪到 OA 軸的距离各为 1 米。

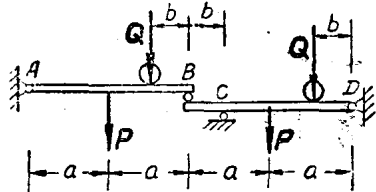
答: $Q > 6$ 吨。

29. 行动式起重机不計平衡錘的重为 $P = 50$ 吨，其重心在离右軌 1.5 米处。起重机的起重量为 $W = 25$ 吨，突臂伸出离右軌 10 米。欲使跑車滿載或空載时在任何位置起重机均不致翻倒，求平衡錘的最小重量 Q 以及平衡錘到左軌的最大距离 x 。跑車本身重量略去不計。

答: $Q = 33.3 \frac{1}{3}$ 吨; $x = 6.75$ 米。



題 29 附图



題 30 附图

30. 复梁 AB 和 CD ，各重 $P = 200$ 公斤，各长 $2a = 4$ 米。其受力和支座情况如图所示。設載荷 $Q = 80$ 公斤， $b = 1$ 米，求支座 A, D 和 C 的

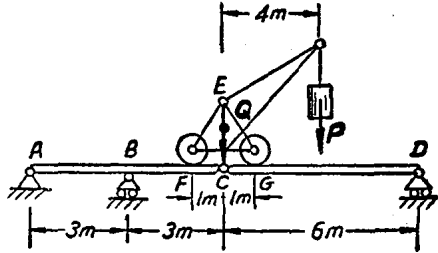
反作用力。

答: $R_A = 120$ 公斤;

$R_G = 373.3$ 公斤;

$R_D = 66.7$ 公斤。

31. 起重机在連續梁上, 載有重物 $P = 1$ 吨。起重机重 $Q = 50$ 吨, 其重心位于鉛垂綫 EC 上, 如不計梁重, 求支座 A , B 和 D 三处的約束反力。

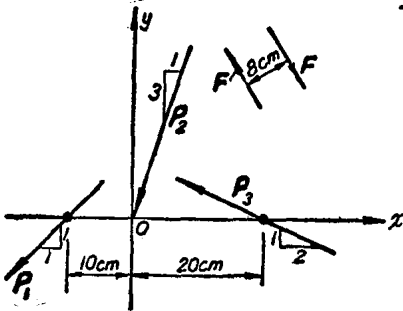


題 31 附图

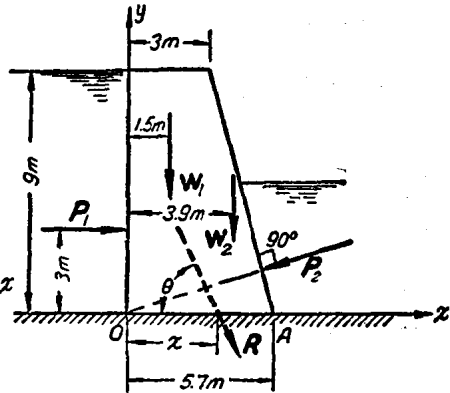
答: $R_A = -4.83$ 吨; $R_B = 10$ 吨; $R_D = 0.833$ 吨。

32. 將圖示平面力系向 O 点簡化。并求力系合力的大小及其与原点 O 的距离 d 。其中各力的大小为: $P_1 = 15$ 公斤; $P_2 = 20$ 公斤; $P_3 = 30$ 公斤。力偶的臂等于 8 厘米, 力偶的力 $F = 20$ 公斤。

答: $R = 47$ 公斤; $d = 4.55$ 厘米。



題 32 附图



題 33 附图

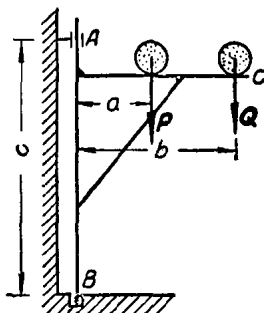
33. 重力壩受力情形如圖所示。設 $W_1 = 45$ 吨; $W_2 = 20$ 吨; $P_1 = 30$ 吨; $P_2 = 7$ 吨。求力系的合力 R 的大小和方向, 及合力与基綫 OA 交点至 O 点的距离 x 。

答: $R = 71.0$ 吨; $\angle(R, x) = 70^\circ 50'$; $x = 3.50$ 米。

34. 起重机的支柱 AB 由 B 点的止推轴承和 A 点的轴承铅垂固定。起重机上有载荷 P 和 Q , 它们与支柱的距离分别为 a 和 b 。如 A, B 两点间的距离为 c , 求在轴承 A 与 B 两处的支座反力。

$$\text{答: } R_A = -\frac{Pa + Qb}{c};$$

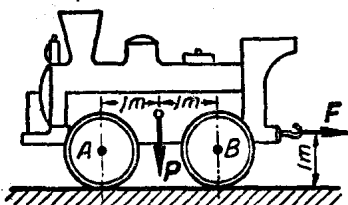
$$R_{Bx} = \frac{Pa + Qb}{c}; \quad R_{By} = P + Q.$$



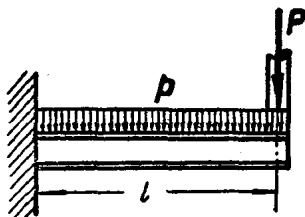
题 34 附图

35. 机车重 $P = 20$ 吨, 它对列车的牵引力为 $F = 2$ 吨。如轨道与车轮间有摩擦, 求两车轮对轨道的正压力。

答: $N_A = 9$ 吨; $N_B = 11$ 吨。



题 35 附图



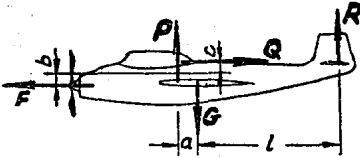
题 36 附图

36. 支持窗外凉台的水平梁承受强度为 p (公斤/米) 的均布载荷。在水平梁的外端从柱上传下载荷 P 。柱的轴綫到墙的距离为 l 。求插入端的反作用力。

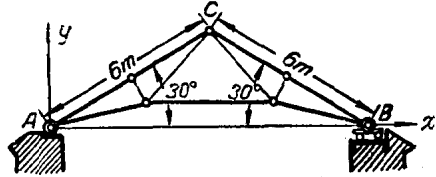
$$\text{答: } R = P + pl; \quad M = l \left(P + \frac{1}{2} pl \right).$$

37. 当飞机作稳定航行时, 所有作用在它上面的力必须互相平衡。已知飞机的重量为 $G = 3000$ 公斤, 螺旋桨的牵引力 $F = 400$ 公斤。飞机的尺寸如图所示: $a = 20$ 厘米; $b = 10$ 厘米; $c = 5$ 厘米; $l = 5$ 米。求阻力 Q 、机翼升力 P 和尾部的升力 R 。

答: $Q=400$ 公斤; $P=2870$ 公斤;
 $R=127$ 公斤。



题 37 附图



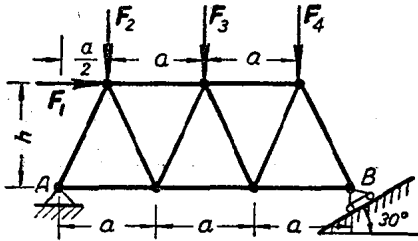
题 38 附图

38. 对称屋架 ABC 的 A 点用铰链固定, B 点用滚子搁在光滑的水平面上。屋架重 10 吨, AC 边承受风压, 风力平均分布, 并垂直于 AC , 其合力等于 0.8 吨。长度 $AC=6$ 米, 角 CAB 等于 30° 。求支座反力。

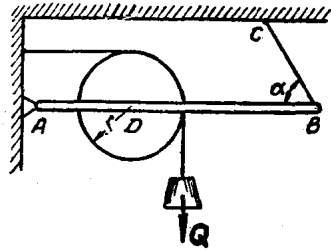
答: $R_{Ax} = -0.4$ 吨, $R_{Ay} = 5.46$ 吨;
 $R_B = 5.23$ 吨。

39. 桁架的支承及载荷如图所示, 已知: $a=6$ 米; $h=8$ 米; $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = 2$ 吨。求支座 A 和 B 的约束反力。

答: $R_B = 4.49$ 吨;
 $R_{Ax} = 0.245$ 吨; $R_{Ay} = 2.11$ 吨。



题 39 附图



题 40 附图

40. 水平梁 AB 由铰链 A 和杆 BC 所支持。在梁上 D 处用销子安放半径为 $r=10$ 厘米的滑轮。有一跨过滑轮的绳子, 其一端水平地系于墙上, 另一端悬挂有重物 $Q=180$ 公斤。如 $AD=20$ 厘米; $BD=40$ 厘米; $\alpha=45^\circ$; 且不计算梁、杆、滑轮和绳的重量, 试求铰链 A 和杆 BC 对梁