

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY

"KHARKIV POLYTECHNIC INSTITUTE"

FUNDAMENTALS OF ENGINEERING CALCULATIONS

laboratory work
for students of specialty 274 "Motor Transport"
full-time and part-time study

Approved by the editorial and publishing council of
the university,
protocol No. 00 dated 00.00.000

Kharkiv
NTU "KhPI"
2025

PRACTICAL PART

Task 1-1. It is necessary to determine the area and volume **bullets** (S and V respectively), if there are several (five) options for its radius (R).

Note for all tasks starting from 1-1...to 4-1:

- It is not necessary to draw area and volume formulas using the formula editor above the table with conditions, only if there is time;
- Choose the text and fill color arbitrarily, do not be tied to the task; the results of
- finding S(area) and V(volume) must be rounded to the nearest hundredth (*for example 314.16*)
- For ease of viewing, solve each task on a separate sheet and label it with its name (*for example 1-1 or bullet*)

Завдання 1-1.Куля	Завдання 1-2.Сектор	Завдання 1-3.Зріз	Завдання 2-1.Конус
-------------------	---------------------	-------------------	--------------------

Task conditions 1-1

	A	B	C	D
1	Завдання №1-1			
2				
3	Умови завдання		$S = 4\pi R^2 \approx 12,6R^2$	$V = \frac{4\pi R^3}{3} \approx 4,2R^3$
4				
5	№	Радіус кулі, R (см)	Площа сфери, S (см²)	Об'єм кулі, V (см³)
6		1	2	3
7	1	5		
8	2	8		
9	3	11		
10	4	14		
11	5	20		
12			(Округлити до сотих)	(Округлити до сотих)

Example of task design:

	№	Радіус кулі, R (см)	Площа сфери, S (см ²)	Об'єм кулі, V (см ³)
5				
6		1	2	3
7	1	5		
8	2	8		
9	3	11		
10	4	14		
11	5	20		
12			(Округлити до сотих)	(Округлити до сотих)

Example of formulas, finding the area and volume of a sphere for the first radius option in the 7th row

C7

✕ ✓ f_x

=4*PI()*B7^2

D7

✕ ✓ f_x

=(4*PI()*B7^3)/3

You can check the results you got with the answer template:

Перевірка результату:			
№	Радіус кулі, R (см)	Площа сфери, S (см ²)	Об'єм кулі, V (см ³)
	1	2	3
1	5	314,16	523,60
2	8	804,25	2144,66
3	11	1520,53	5575,28
4	14	2463,01	11494,04
5	20	5026,55	33510,32
		(Округлити до сотих)	(Округлити до сотих)

Tasks 1-2. It is necessary to determine the area and volume **sectors of the sphere** (S and V respectively), if there are several (five) options for its radius (R) and perpendicular length (H).

Task conditions 1-2

	A	B	C	D	E
1	Завдання №1-2				
2					
3	Умови завданн		$S = \pi R(2H + \sqrt{2RH - H^2})$		$V = \frac{2}{3} \pi R^2 H$
4					
5	№	Радіус кулі, R (см)	Довжина перпендикуляра, H (см)	Площа сектора, S (см ²)	Об'єм сектора, V (см ³)
6		1	2	3	4
7	1	5	1		
8	2	8	2		
9	3	11	3		
10	4	14	4		
11	5	20	6		
12				(Округлити до сотих)	(Округлити до сотих)

Example of task design:

4					
5	№	Радіус кулі, R (см)	Довжина перпендикуляра, H (см)	Площа сектора, S (см ²)	Об'єм сектора, V (см ³)
6		1	2	3	4
7	1	5	1		
8	2	8	2		
9	3	11	3		
10	4	14	4		
11	5	20	6		
12				(Округлити до сотих)	(Округлити до сотих)

Example of formulas, finding area and volume **sectors of the sphere** for the first variant of the radius and the length of the perpendicular in the 7th line

D7 $=PI()*B7*(2*C7+SQRT(2*B7*C7-C7^2))$

E7 $=(2/3)*PI()*B7^2*C7$

You can check the results you got with the answer template:

Перевірка результату:				
№	Радіус кулі, R (см)	Довжина перпендикуляра, H (см)	Площа сектора, S (см ²)	Об'єм сектора, V (см ³)
	1	2	3	4
1	5	1	78,54	52,36
2	8	2	233,52	268,08
3	11	3	468,25	760,27
4	14	4	782,80	1642,01
5	20	6	1651,40	5026,55
			(Округлити до сотих)	(Округлити до сотих)

Task 2-1. It is necessary to determine the area of the lateral surface, the total surface and volume (S and V, respectively), if there are several (five) options for the radius of the base of the cone (R), the length of its generator l, and the height of the cone (h).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Завдання №2-1						
2							
3	Умови завдання				$S_b = \pi Rl$	$S_p = \pi R(l + R)$	$V = \frac{1}{3}\pi R^2 h$
4							
5	№	Радіус основи конуса, R (см)	Твірна конуса, l (см)	Висота конуса, h (см)	Площа бічної поверхні конуса, S _{бічна} (см ²)	Площа повної поверхні конуса, S _{повна} (см ²)	Об'єм конуса, V (см ³)
6		1	2	3	4	5	6
7	1	3	5	4			
8	2	6	10	8			
9	3	9	15	12			
10	4	12	20	16			
11	5	15	25	20			
12					(Округлити до сотих)	(Округлити до сотих)	Округлити до сотих

Example of task design:

№	Радіус основи конуса, R (см)	Твірна конуса, l (см)	Висота конуса, h (см)	Площа бічної поверхні конуса, $S_{\text{бічна}}$ (см ²)	Площа повної поверхні конуса, $S_{\text{повна}}$ (см ²)	Об'єм конуса, V (см ³)
1	3	5	4			
2	6	10	8			
3	9	15	12			
4	12	20	16			
5	15	25	20			
				(Округлити до сотих)	(Округлити до сотих)	Округлити до сотих)

Example formulas, finding lateral surface area, total surface area and volume for the first option in the 7th line

E7

:

✕

✓

f_x

=PI()*B7*C7

F7

:

✕

✓

f_x

=PI()*(B7*(C7+B7))

G7

:

✕

✓

f_x

=(1/3)*PI()*(B7^2)*D7

You can check the results you got with the answer template:

Перевірка результату:						
№	Радіус основи конуса, R (см)	Твірна конуса, l (см)	Висота конуса, h (см)	Площа бічної поверхні конуса, $S_{\text{бічна}}$ (см ²)	Площа повної поверхні конуса, $S_{\text{повна}}$ (см ²)	Об'єм конуса, V (см ³)
1	3	5	4	47,12	75,40	37,70
2	6	10	8	188,50	301,59	301,59
3	9	15	12	424,12	678,58	1017,88
4	12	20	16	753,98	1206,37	2412,74
5	15	25	20	1178,10	1884,96	4712,39
				(Округлити до сотих)	(Округлити до сотих)	Округлити до сотих)

Task 3-1. It is necessary to determine the area of the lateral surface, the total surface and volume **cylinder** (S and V respectively) if there are several (five) options for the radius of the cylinder bases (R) and the height of the cylinder (h).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Завдання №3							
2								
3	Умови завдання				$S_b = 2\pi R h$	$S_p = 2\pi R(h + R)$	$V = \pi R^2 h = \pi \frac{d^2}{4} h$	
4								
5	№	Радіус основ, R (см)	Висота циліндра, h (см)	Діаметр основ, d (см)	Площа бічної поверхні циліндра, $S_{бічна}$ (см ²)	Площа повної поверхні циліндра, $S_{повна}$ (см ²)	Об'єм циліндра, V (см ³)	
6		1	2	3	4	5	6	
7	1	3	9					
8	2	5	11					
9	3	8	13					
10	4	12	15					
11	5	15	20					
12					(Округлити до сотих)	(Округлити до сотих)	(Округлити до сотих)	

Example of task design:

	№	Радіус основ, R (см)	Висота циліндра, h (см)	Діаметр основ, d (см)	Площа бічної поверхні циліндра, $S_{бічна}$ (см ²)	Площа повної поверхні циліндра, $S_{повна}$ (см ²)	Об'єм циліндра, V (см ³)
6		1	2	3	4	5	6
7	1	3	9				
8	2	5	11				
9	3	8	13				
10	4	12	15				
11	5	15	20				
12					(Округлити до сотих)	(Округлити до сотих)	(Округлити до сотих)

Example formulas, finding lateral surface area, total surface area and volume **cylinder for the first option in the 7th line**

E7 : $=2*PI()*B7*C7$

F7 : $=2*PI()*B7*(C7+B7)$

G7 : $=PI()*B7^2*C7$

You can check the results you got with the answer template:

№	Радіус основ, R (см)	Висота циліндра, h (см)	Діаметр основ, d (см)	Площа бічної поверхні циліндра, $S_{бічна}$ (см ²)	Площа повної поверхні циліндра, $S_{повна}$ (см ²)	Об'єм циліндра, V (см ³)
	1	2	3	4	5	6
1	3	9	6	169,65	226,19	254,47
2	5	11	10	345,58	502,65	863,94
3	8	13	16	653,45	1055,58	2613,81
4	12	15	24	1130,97	2035,75	6785,84
5	15	20	30	1884,96	3298,67	14137,17

INDEPENDENT WORK.

For those who completed the previous four tasks and additional homework assignments:

- to find the surface area and volume of a sphere;
- to find the areas of the lateral surface, the total surface and the volume of the cut cone;
- to find the cross-sectional area of a cylinder;
- to find the surface area and volume of a torus.

Tasks 1-3

	A	B	C	D	E	F	G
1	Завдання №1-3						
2							
3	Умови завдань					$S = 2\pi RH$	$V = \frac{1}{6}\pi H^3 + \frac{1}{2}\pi(r_1^2 + r_2^2)H$
4							
5	№	Радіус кулі, R (см)	Відстань між двома перерізами, H (см)	Радіус першого перерізу, r_1 (см)	Радіус другого перерізу, r_2 (см)	Площа зрізу, S (см ²)	Об'єм зрізу, V (см ³)
6		1	2	3	4	5	6
7	1	15	5	8	10		
8	2	18	7	10	11		
9	3	23	9	14	17		
10	4	30	11	15	21		
11	5	35	15	20	23		
12						(Округлити до сотих)	(Округлити до сотих)

Task 2-2

	A	B	C	D	E	F	G
1	Завдання №2-2						
2							
3	Умови завдання				$l = \sqrt{h^2 + (R - r)^2}$	$S_b = \pi l(R + r)$	$V = \frac{1}{3} \pi h(R^2 + Rr + r^2)$
4							
5	№	Радіус основи конуса, R (см)	Радіус основи конуса, r (см)	Висота зрізаного конуса, h (см)	Довжина твірної зрізаного конуса, l (см)	Площа бічної поверхні зрізаного конуса, $S_{\text{бічна}}$ (см ²)	Об'єм зрізаного конуса, V (см ³)
6		1	2	3	4	5	6
7	1	4	1	3			
8	2	7	2	5			
9	3	9	3	7			
10	4	12	4	9			
11	5	16	5	11			
12					(Округлити до сотих)	(Округлити до сотих)	(Округлити до сотих)

Task

	A	B	C	D	E
1	Завдання №3-2				
2					
3	Умови завдання				$S_p = \frac{\pi R^2}{\cos \alpha}$
4					
5	№	Радіус основ, R (см)	Кут α° , що утворився між перерізом та основою циліндра	Кут α° , в радіанах	Площа перерізу циліндра, $S_{\text{перерізу}}$ (см ²)
6		1	2	3	4
7	1	3	15		
8	2	5	20		
9	3	8	30		
10	4	12	45		
11	5	15	60		
12					(Округлити до сотих)

Task 4

	A	B	C	D	E
1	Завдання №4-1				
2			$S = 4\pi^2 Rr = (2\pi R)(2\pi r)$		
3	Умови завдання			$V = 2\pi^2 Rr^2 = (\pi r^2)(2\pi R)$	
4					
5	№	Радіус від центру до середини тору, R (см)	Радіус в середині тора, r (см)	Площа поверхні тору, $S_{\text{поверхні}}$ (см²)	Об'єм тора, V (см³)
6		1	2	3	4
7	1	10	3		
8	2	12	5		
9	3	15	7		
10	4	20	9		
11	5	25	11		

Self-test questions:

1. Syntax for writing formulas in the MS Excel spreadsheet;
2. Use of mathematical functions, give examples;
3. Use of statistical functions, give examples;
4. Addressing cells in MS Excel;
5. Copying formulas in MS Excel cells;
6. Formatting data in MS Excel cells;
7. Creating a new sheet, deleting an existing one in MS Excel. Changing the name, color of the sheet and moving it in the MS Excel workbook;

LABORATORY WORK #1

**MOTION. SPEED.
ACCELERATION.**



<https://phet.colorado.edu/uk/simulations/legacy/moving-man>

Questions to study

- Position in space
- Speed
- Acceleration

Tasks for work

1. Learn more about displacement, velocity, and acceleration graphs.
2. Move the little man back and forth with the mouse and observe the graph of his movement.
3. Set your displacement, velocity, or acceleration values, and let the simulation show you the appropriate displacement of the little man.

Questions for writing a report for work

1. Interpret, predict, and draw graphs (displacement, velocity, and acceleration) for various situations.
2. Describe what reasoning can be provided to explain the graphs.

LABORATORY WORK #2

PERIODIC MOVEMENT.

PENDULUM.



<https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/pendulum-lab>

Questions to study

- Periodic motion
- Energy conservation
- Period
- Pendulum

Tasks for work

1. Play with one or two pendulums and discover how the period of a simple pendulum depends on the length of the string, the mass of the pendulum's head, the force of gravity, and the amplitude of the swing.
2. Measure the period using a stopwatch or period timer.
4. Using a pendulum, find the value of g on planet X. Note the anharmonic behavior at large amplitude.

Questions for writing a report for work

1. Design experiments to determine what variables affect the period of a pendulum. Quantitatively describe how the period of a pendulum depends on these variables.
2. Explain the small angle approximation and define what a "small" angle is.
3. Determine the gravitational acceleration of Planet X.
4. Explain the conservation of mechanical energy using kinetic energy and gravitational potential energy.
5. Describe the energy graph from the position and velocity of the pendulum.

LABORATORY WORK #3

CAROUSEL. CIRCLE MOVEMENT.



<https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/rotation>

Questions to study

- Rotation
- Movement
- Rotation in a circle

Tasks for work

1. Join the ladybug in exploring rotational motion.
2. Rotate the carousel to change the angle, or select a constant angular velocity and angular acceleration.
3. Learn how circular motion relates to X, Y, displacement, velocity, and acceleration using vectors and graphs.

Questions for writing a report for work

1. Explain some variables for rotational motion, Task for robotic motion of an insect on a rotating platform.
2. Describe how the position of the insect on the rotating platform affects these variables.

LABORATORY WORK No. 14

ENERGY CONVERSION.



<https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/energy-forms-and-changes>

Questions to study

- Energy
- Energy conservation
- Energy states
- Energy changes

Tasks for work

1. Investigate how heating and cooling iron, bricks, water, and olive oil adds or removes energy
2. Look at how energy is transferred between objects.
3. Create your own system with energy sources, user-changing devices, and users.
4. Track and visualize how energy flows and changes through your system.

Questions for writing a report for work

1. Predict how energy will flow when objects are heated or cooled, or for objects in contact that have different temperatures.
2. Describe different types of energy and give examples from everyday life.
3. Describe how energy can be converted from one form of energy to another.
4. Explain the conservation of energy in real systems.
5. Create a system with energy sources, variable devices, and users and describe how energy flows and changes one type of energy into another.