## **PROJECT**

#### 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:

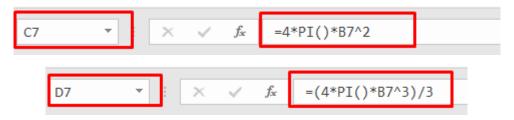
- It is not necessary to draw area and volume formulas using the formula editor above the table with conditions, only if there is time;
- Choose the text and fill color arbitrarily, do not be tied to the task; the results of
- finding S(area) and V(volume) must be rounded to the nearest hundredth (*for 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*)



	Α	В	С	D
1	Зав	дання №1-1		
2				$4\pi R^3$
3	Умо	ви завдання	$S = 4\pi R^2 \approx 12,6R^2$	$V = \frac{4\pi R^3}{3} \approx 4, 2R^3$
4				3
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		
10 11	5	14 20		

4				
5	№	Радіус кулі, R (см)	Площа сфери, S (см²)	Об'єм кулі, V (см <sup>3</sup> )
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



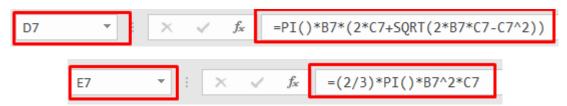
	Перевірка		
№	Радіус кулі, R (см)	Площа сфери, S (см²)	Об'єм кулі, V (см³)
	1	2	3
1	5	314,16	523,60
2	8	804,25	2144,66
3	11	1520,53	5575,28
4	14	2463,01	11494,04
5	20	5026,55	33510,32
		(Округлити до сотих)	(Округлити до сотих)

**Tasks 1-2.**It is necessary to determine the area and volumesectors 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										
	Α	В	D	E							
1	Завда	ання №1-2									
2											
3	Умов	и завданн	$S = \pi R(2H$	$1+\sqrt{2RH-H^2}$	$V = \frac{2}{3}\pi R^2 H$						
4					3						
5	№	Радіус кулі, R (см)	Довжина перпиндикуляра, Н (см)	Площа сектора, S (см²)	Об'єм сектора, V (см <sup>3</sup> )						
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)						

4					
5	№	Радіус кулі, R (см)	Довжина перпиндикуляра, Н (см)	Площа сектора, S (см²)	Об'єм сектора, V (см³)
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 volumesectors of the spherefor the first variant of the radius and the length of the perpendicular in the 7th line



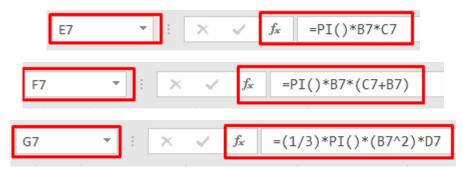
I	Іеревірка р	результату:		
№	Радіус кулі, R (см)	Довжина перпиндикуляра, Н (см)	Площа сектора, S (см²)	Об'єм сектора, V (см³)
	1	2	3	4
1	5	1	78,54	52,36
2	8	2	233,52	268,08
3	11	3	468,25	760,27
4	14	4	782,80	1642,01
5	20	6 1651,40		5026,55
			(Округлити до сотих)	(Округлити до сотих)

**Task 2-1.**It is necessary to determine the area of the lateral surface, the total surface and volume**cone**(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 I, and the height of the cone (h).

A	Α	В	С	D	E	F	G
1	Завд	ання №2-1					
2							
3	Умо	ви завдання			$S_b = \pi R l$	$S_p = \pi R(l+R)$	$V = \frac{1}{3}\pi R^2 h$
5	№ Радіус основи конуса, R (см) Твірна конуса, l (см)		Висота конуса, h (см)	Площа бічної поверхні конуса, Ѕ <sub>бічна</sub> (см²)	Площа повної поверхні конуса, $S_{\text{повна}}$ (см²)	Об'єм конуса, V (см <sup>3</sup> )	
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)

5	№	Радіус основи конуса, R (см)	Твірна конуса, l (см)	Висота конуса, h (см)	Площа бічної поверхні конуса, Ѕ <sub>бічна</sub> (см²)	Площа повної поверхні конуса, Ѕ <sub>повна</sub> (см²)	Об'єм конуса, V (см <sup>3</sup> )
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 formulas, finding lateral surface area, total surface area and volumecone for the first option in the 7th line



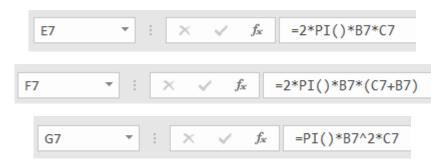
	Переві	рка результа:	ry:			
№	Радіус основи конуса, R (см)		Висота конуса, h (см)	Площа бічної поверхні конуса, Ѕ <sub>бічна</sub> (см²)	Площа повної поверхні конуса, Ѕ <sub>повна</sub> (см²)	Об'єм циліндра, V (см³)
	1	2	3	4	5	6
1	3	5	4	47,12	75,40	37,70
2	6	10	8	188,50	301,59	301,59
3	9	15	12	424,12	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).

4	Α	В	С	D	E	F	G	Н
1	Завд	ання №3						
2				.2	2			
3	Умови завдання				$S_b = 2\pi Rh$	$S_p = 2\pi R(h+R)$	$V = \pi R^2 h = \pi \frac{d^2}{4}$	h
4					33 M M 4444			
	№	Радіус основ,	Висота	Діметр	•	Площа повної поверхні		
5		R (см)	циліндра, һ (см)	основ, d (см)	циліндра, S <sub>бічна</sub> (см²)	циліндра, S <sub>повна</sub> (см²)	V (см <sup>3</sup> )	
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)	

-							
5	№	Радіус основ, R (см)	Висота циліндра, h (см)	Діметр основ, d (см)	Площа бічної поверхні циліндра, Ѕ <sub>бічна</sub> (см²)	Площа повної поверхні циліндра, Ѕ <sub>повна</sub> (см²)	Об'єм циліндра, V (см <sup>3</sup> )
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 volumecylinderfor the first option in the 7th line



№	Радіус основ, R (см)	Висота циліндра, һ (см)	Діметр основ, d (см)	Площа бічної поверхні циліндра, Ѕ <sub>бічна</sub> (см²)	Площа повної поверхні циліндра, Ѕ <sub>повна</sub> (см²)	Об'єм циліндра, V (см³)
	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

1	Α	В	С	D	E	F	G	
1	Завдання №1-3							
2								
3	Умови завдан					$S=2\pi RH$	$V = \frac{1}{6}\pi H^3 + \frac{1}{2}\pi(r_1^2 + r_2^2)H$	
5	№	Радіус кулі, R (см)	Відстань між двома перерізами, Н (см)	Радіус першого перерізу, г <sub>1</sub> (см)	Радіус другого перерізу, г <sub>2</sub> (см)	Площа зрізу, S (см²)	Об'єм зрізу, V (см <sup>3</sup> )	
6		1	2	3	4	5	6	
7	1	15	5	8	10			
8	2	18	7	10	11			
_	_	10	/	10	11			
9	3	23	9	14	17			
_			9					
9	3	23		14	17			

Task 2-2

4	Α	В	С	D	E	F	G	
1	Завдання №2-2							
2								
3	Умо	ви 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)
5	№	Радіус основи конуса, R (см)	Радіус основи конуса, г (см)	Висота зрізаного конуса, h (см)	Довжина твірної зрізаного конуса, l (см)	Площа бічної поверхні зрізаного конуса, Ѕ <sub>бічна</sub> (см²)	Об'єм зрізаного конуса, V (см³)	
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	Α	В	С	D	E
1	Зав	дання №3-2			
2					- D <sup>2</sup>
3	Умо	ви завдання			$S_p = \frac{\pi R^2}{}$
4					$-\frac{3p}{\cos\alpha}$
	№	Радіус основ, R (см)	Кут α <sup>0</sup> , що утворився між перерізом та	Кут α <sup>0</sup> , в радіанах	Площа перерізу циліндра, Ѕ <sub>перерізу</sub> (см²)
5		_	основою циліндра		
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

4	Α	В	С	D	E				
1	Завд	Завдання №4-1							
2		$S = 4\pi^2 Rr = (2\pi R)(2\pi r)$							
3	Умог	ви завдання	$V = 2\pi$	$V = 2\pi^2 R r^2 = (\pi r^2)(2\pi R)$					
4				$V = 2\pi^- R T^- = (\pi T^-)(2T)$					
5	№	Радіус від центру до середини тору, R (см)	Радіус в середині тора, г (см)	Площа поверхні тору, Ѕ <sub>поверхні</sub> (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/simulati
on/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.

- 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
on/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.

- 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/simulati
on/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.

- 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/simulati
on/legacy/energy-forms-and-changes

### **Questions to study**

- Energy
- Energy conservation
- Energy states
- Energy changes

#### **Tasks for work**

- 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.

- 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.