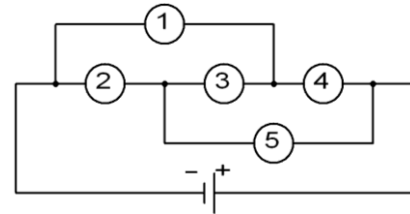


28. Wettbewerb 2021 / 22
1. Runde – Juniorstufe **LÖSUNG**



PW 28 J 1 – Alles Strom oder was?

Grundsätzlich gibt es 32 Möglichkeiten, die fünf Lämpchen zu verwenden bzw. nicht zu verwenden. Offensichtlich braucht Paul mindestens zwei eingeschraubte Lämpchen, um den Stromkreis zu schließen: Sechs Möglichkeiten sind damit bereits erledigt.



In der folgenden Tabelle ist zusammengefasst, welche Lämpchen bei der angegebenen Kombination in welcher Stärke leuchten; die ersten fünf Spalten geben dabei an, welche Lämpchen eingeschraubt sind, die weiteren fünf, welcher Anteil der angelegten Spannung an dem jeweiligen Lämpchen abfällt. In der letzten Spalte steht schließlich die Begründung.

L1	L2	L3	L4	L5		L1	L2	L3	L4	L5	
x	x					-	-	-	-	-	Stromkreis nicht geschlossen (Sng)
x		x				-	-	-	-	-	Sng
x			x			1/2	-	-	1/2	-	Reihenschaltung zweier Lampen
x				x		-	-	-	-	-	Sng
	x	x				-	-	-	-	-	Sng
	x		x			-	-	-	-	-	Sng
	x			x		-	1/2	-	-	1/2	Reihenschaltung zweier Lampen
		x	x			-	-	-	-	-	Sng
		x		x		-	-	-	-	-	Sng
			x	x		-	-	-	-	-	Sng
x	x	x				-	-	-	-	-	Sng
x	x		x			1/2	-	-	1/2	-	Reihenschaltung zweier Lampen
x	x			x		-	1/2	-	-	1/2	Reihenschaltung zweier Lampen
x		x	x			1/2	-	-	1/2		Reihenschaltung zweier Lampen
x		x		x		1/3	-	1/3	-	1/3	Drei statt zwei Lampen in Reihe
x			x	x		1/2	-	-	1/2	-	Reihenschaltung zweier Lampen
	x	x	x			-	1/3	1/3	1/3	-	Drei statt zwei Lampen in Reihe
	x	x		x		-	1/2	-	-	1/2	Reihenschaltung zweier Lampen
	x		x	x		-	1/2	-	-	1/2	Reihenschaltung zweier Lampen
		x	x	x		-	-	-	-	-	Sng
x	x	x	x			2/5	1/5	1/5	3/5	-	Kombination aus Parallel- und Reihenschaltung
x	x	x		x		1/5	2/5	1/5		3/5	Kombination ...
x	x		x	x		1/2	1/2	-	1/2	1/2	An L3 liegt keine Spannung an
x		x	x	x		3/5		1/5	2/5	1/5	Kombination ...
	x	x	x	x		-	3/5	1/5	1/5	2/5	Kombination ...
x	x	x	x	x		1/2	1/2	-	1/2	1/2	An L3 liegt keine Spannung an

28. Wettbewerb 2021 / 22
1. Runde – Juniorstufe **LÖSUNG**



Wenn die Lämpchen als ohmsche Widerstände angenommen werden (was sie nicht sind), so bedeuten die angegebenen Spannungsabfälle folgende Leistungen (und damit Leuchtstärken), bezogen auf die Standardsituation zweier Lämpchen in Reihe:

ΔU	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{5}$
P	1	$\frac{36}{25} = 1,44$	$\frac{4}{9}$	$\frac{16}{25} = 0,64$	$\frac{4}{25} = 0,166$

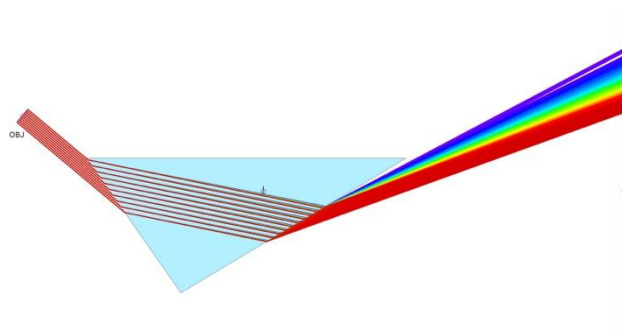
Anmerkung:

Symmetrieüberlegungen würden die erste Tabelle wesentlich verkürzen, müssen aber erläutert werden.

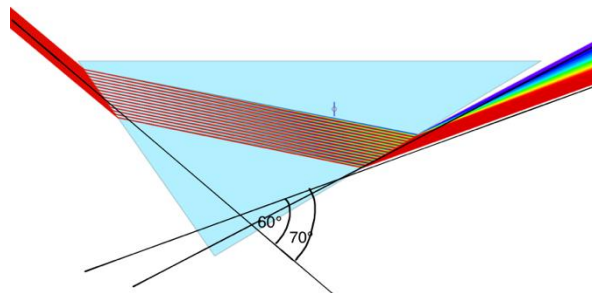
PW28 J2 – Alles Farbe oder was?

Fülle in das Gefäß Wasser und kippe dieses so, dass der Lichtstrahl der Sonne in einem kleinen Winkel auf die kurze Seite des Wasserprismas trifft. Der Kippwinkel hängt vom Sonnenstand ab.

Das Licht wird zweimal an den Oberflächen gebrochen, so dass der violette Anteil des Spektrums oben, der rote Anteil unten zu sehen ist. (Die Wasseroberfläche hat keinen Einfluss auf das Spektrum. Das erkennt man im Experiment daran, dass das Spektrum stabil bleibt, auch wenn man weiteres Wasser einfüllt).



Der Ablenkwinkel des violetten Lichts zum einfallenden Licht beträgt ca. 70° ,
der Ablenkwinkel des roten Lichts ca. 60° .



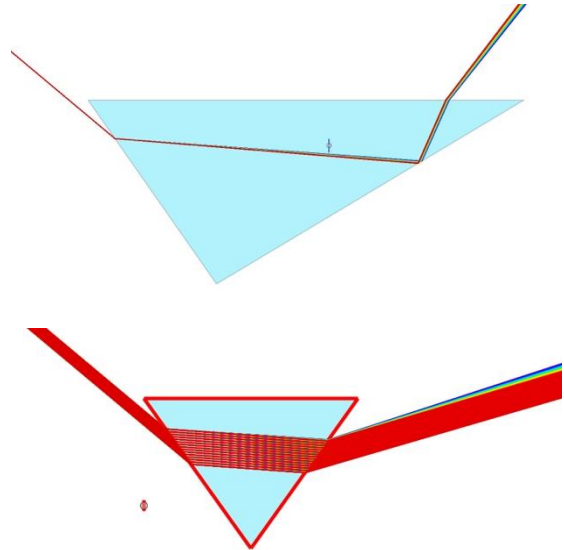
28. Wettbewerb 2021 / 22
1. Runde – Juniorstufe **LÖSUNG**



Zwei Möglichkeiten:

Rechtwinkliges Prisma -
Zwei Brechungen und eine Totalreflexion:
das Spektrum hat bei dieser Anordnung rot oben
und violett unten.

Gleichseitiges Prisma -
Zwei Brechungen und keine Totalreflexion:
das Spektrum hat die gleiche Farbreihenfolge wie
beim Wasserprisma.



PW28 J3 – Alles Schaum oder was?

Zur Dokumentation gehören die Aufzählung oder Abbildung der verwendeten Materialien und Geräte sowie die Darstellung des Vorgehens.

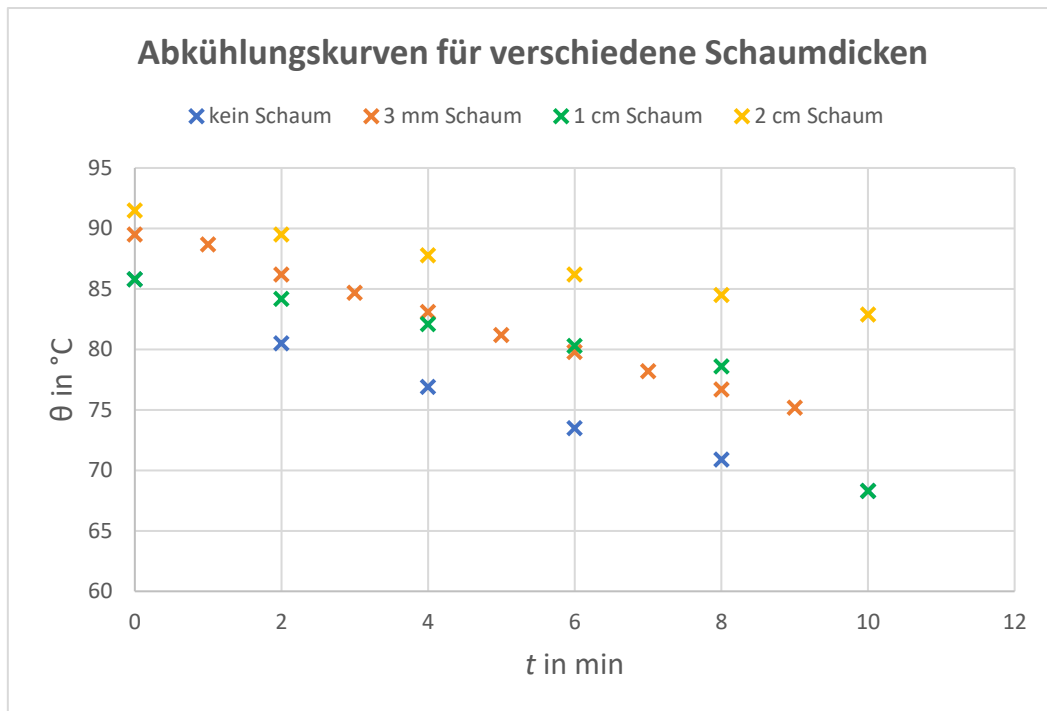
Mögliche Probleme und deren Handhabung:

- Eventuell ist es sehr günstig, den Schaum aus der Dose auf das Wasser zu sprühen und dann glatt zu streichen. Die Menge des Schaumes bzw. die sich daraus ergebende Schichtdicke kann daher nur schwer direkt vorbestimmt werden. Es ist daher sinnvoll, die Schaumdicke nach dem Auftragen und Glattstreichen zu ermitteln.
- Der Schaum zerfällt sehr stark nach 10 Minuten, daher ist die Messzeit stark eingeschränkt.
- Möglicherweise betrachten manche Schüler nur die Endtemperatur, die sich nach einer bestimmten Messzeit ergibt.
- Die Aufgabenstellung verlangt eine Aufnahme der Temperatur im zeitlichen Verlauf. Dazu sollte auch ein Messwertdiagramm erstellt werden.
- Anhand des Anstiegs der Kurven, genauer am Verlauf des Anstiegs, kann man die Stärke der Abkühlung ablesen.

28. Wettbewerb 2021 / 22
1. Runde – Juniorstufe **LÖSUNG**



Eine Durchführung des Experiments in einem Isoliergefäß und mit handelsüblichem Rasierschaum lieferte folgende Messwerte, die hier in einem Diagramm zusammengefasst sind:



- Für die Abkühlung ohne Schaum ist die exponentielle Abnahme gut zu erkennen.
- Je größer die Schichtdicke ist, umso langsamer kühlt sich das Wasser ab.
- Möglicherweise ist der Verlauf nicht mehr exponentiell, er sieht näherungsweise linear aus.
- Eventuell bildet sich ein Knick aus, wenn der Rasierschaum dann zerfällt.
- Ebenfalls ist ersichtlich, dass die Endtemperatur, bei gleicher Starttemperatur, davon abhängt, wie viel Schaum aufgetragen wurde. Das ist ein Indiz für den Ablauf des Abkühlungsvorgangs und klarerweise für die Stärke der Isolation.