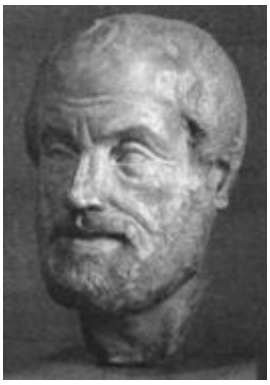
Aristoteles

V Platonově *Akademii* působila řada matematiků, astronomů a přírodovědců (např. Eudoxos, Herakleides, ...). Nejslavnější z nich, který se se svým učitelem nakonec názorově rozešel a který nejvíce ovlivnil vývoj logiky, je **ARISTOTELES ZE STAGEIRY** (384 - 322 př. n. l.) (viz obr. 54). Jeho proslulost patrně ovlivnily dvě skutečnosti: byl učitelem Alexandra Makedonského a většinu jeho učení převzalo rané křesťanství; to tak mohlo zodpovědět otázky, které v bibli nebyly řešeny. Jeho dílo pak proslavili středověcí scholastici Albrtus Magnus, Tomáš Akvinský, William Occam a další.



Obr. 54

Aristotelův otec byl lékařem makedonského krále Filipa II., otce slavného Alexandra. Z rodné Stageiry (na severu Egejského moře) se Aristoteles dostal už v sedmnácti letech do Athén, do Platonovy *Akademie* a zůstal tam až do Platonovy smrti v roce 347 př. n. l. V té době se Aristoteles pokusil určit obvod Země tak, že změřil výšku Polárky nad obzorem ve dvou místech na různé zeměpisné šířce. Hodnota obvodu, kterou získal, byla ve srovnání s dnešní hodnotou zhruba dvojnásobná, ale na tehdejší možnosti měření to byl úspěch. Do roku 343 př. n. l. učil v různých městech Malé Asie a pak byl povolán jako vychovatel prince Alexandra na královský dvůr. Alexandrovi bylo tehdy 13 let a Aristoteles s ním prožil jeho první vojenské úspěchy po nástupu na trůn. V roce 335 př. n. l. se vrací to Athén a zakládá tam vlastní školu - *Lykeion*, v níž vyučoval svojí peripatetickou filosofii. Aristoteles shromáždil velkou knihovnu a se svými žáky bádal ve všech oblastech vědy. Byl podporován i Alexandrem, který během svých taženích posílal Aristotelovi získané kulturní památky a přírodniny. Je považován za největšího filosofa starověku. Nejen proto, že jeho dílo ovlivnilo další generace filosofů a studuje se až do současnosti, ale také proto, že sjednotil „přírodovědeckou filosofii“ před Sokratem se Sokratovými myšlenkami filosofie athénské školy. Jeho vědecké dílo je velmi rozsáhlé a týká se všech přírodovědných, filosofických a společenských oborů. Měl výhrady dokonce i ke svému žákovi Alexandrovi Velikému. Ve svých spisech zpracoval dosavadní filosofické směry i své názory a celé filosofii dal ucelený tvar, který byl velmi podnětný pro vývoj metod vědecké práce o mnoho století později.

To hlavní, čím přispěl logice, byla důkladná analýza logického usuzování - od rozboru slov a vět přes vztah mezi mluvnickou větou a logickou úvahou až k základům sylogismu (úsudky, do nichž vstupují pravdivé znalosti a jejichž výsledkem jsou jiné pravdivé znalosti, do té doby neznámé) a odvozování pravidel. Při úvahách o metodice logického důkazu naznačil metodu důkazu sporem, který si později oblíbil Eukleides, i důkazu úplné indukce, kterému dal správnou formu až anglický filosof a ekonom John Stuart Mill (1806 - 1873).

Pythagoras přišel s důrazným požadavkem na dokazování matematických vět a Aristoteles přišel s metodou, jak takové dokazování má vypadat.

Aristoteles napsal větší počet logických spisů i kratších poznámek, později shrnutých do knihy *Organon* (*Nástroj*), která se stala na dlouhou dobu základním studijním textem logiky. Kniha se týká třídění pojmů, otázek správného vyjadřování, důležitostí a přesností definic a způsobů logického

dokazování a logických úsudků. Sofisty kritizoval v knize *Peri sofistikón elenchón* (*O sofistických důkazech*), v níž upozornil na triky používané v logicky nesprávné argumentaci.

Ze studia fyziky je cenné, že prováděl pozorování a nebránil se ani experimentům (nasávání vody trubicí, šíření zvuku, …). Pokoušel se vysvětlit příčiny pohybu a lze ho považovat za prvního fyzika, byť velmi spekulativního. Jeho spis *Fysika* byl používán v latinském překladu jako univerzitní studijní text až do poloviny 18. století. Analogicky může být považován i za prvního meteorologa, zoologa, anatoma, … V mnohém, co tvrdil, se mýlil, ale není jeho vinou, že jeho učení bylo přijímáno tak dlouho jako dogma bez kritického hodnocení. To nakonec zbrzdilo vývoj fyziky.

Základem jeho popisu přírody je látka jako materiál a tvar, který dává podobu tělesům. Důležitý je činitel, který uvádí tělesa do pohybu, a samotný účel pohybu (tzv. teleologie). Teleologie vnáší do Aristotelova učení určitý metafyzický prvek. Své filosofické názory na jsoucno a přírodu zachytil v traktátech, které vyšly pod názvem *Metafyzika*. Tento soubor traktátů je považován za jeden z nejnáročnějších a také poněkud temných filosofických spisů. Fyzika a matematika se liší jen v míře abstrakce: matematika zkoumá tvar a velikost věcí, fyzika se zabývá i jejich smyslovými vlastnostmi (tíha, barva, skupenství, pohyb, …). Při zkoumání fyziky pracuje pouze s fyzikálními modely, nikoliv s konkrétními vlastnostmi věcí. V *Metafysice* lze najít i určité pasáže o logice (zejména metody důkazu a usuzování).

Měl poměrně přesné představy o rozměrech Země a o relativních vzdálenostech nebeských těles (planety a Slunce). Nehybnou Zemi klade do středu světa; o tom, že se Země nepohybuje, svědčí to, že kámen vržený svisle vzhůru se vrací zpět po téže trajektorii do stejného místa, odkud byl vržen. Neživé přírodě (tj. fyzice) jsou věnovány spisy *Fysika*, který se zabývá zejména vlastnostmi pohybu, *O nebi* (*Peri úranú*), který pojednává o uspořádání planet, o podstatě těles a jejich tíze a dalších vlastnostech, *O vzniku a zániku* (*Peri geneseós kai fthorás*) a *Meteorologika*, která je věnovaná šíření zvuku a šíření světla, vlastnostem duhy, bouřím, bleskům a dalším atmosférickým úkazům (o blesku předpokládá, že vzniká zapálením hořlavých plynů ve vzduchu). Věděl, že mořská voda nadlehčuje tělesa více než voda z řek a jezer, věděl, že chladný vzduch „je těžší“ než vzduch teplejší (tj. má větší hustotu), zvuk považoval za střídavé zřeďování a zhušťování vzduchu a uměl poměrně přesně vysvětlit ozvěnu.

Vyvrací představu Eleatů o neexistenci pohybu, ale nesouhlasí ani s atomisty - hlavně s jejich představou vakua. Jeho existenci nepřipouštěl a tvrdil, že příroda má z vakua hrůzu (*horror vacui*). Nesouhlasil s tím, že nová kvalita vzniká pouhým přeskupováním atomů (a přitom to je podstata současné chemie).

Mechanický pohyb nechápal jako změnu polohy těles v prostoru a čase, ale tak, že si tělesa vyměňují svá místa. Místo (*topos*) je pro něho jakési ohraničení nebo vymezení, v němž je těleso obsaženo. Každé těleso má přitom své „přirozené“ místo, kam se snaží během svého pohybu dostat: těžká tělesa dolů, lehká nahoru. Kdyby všechna svá tělesa zaujala svá přirozená místa, nastala by rovnováha a pohyb by ustal. Místo samo nemůže být příčinou pohybu - v krajním případě existuje jakýsi nehybný „prvotní hybatel“. Pohyb, který je způsobem tímto prvotním hybatelem, je ovšem nepřirozený pohyb. Z kinematického hlediska rozlišuje Aristoteles pouze dva typy pohybu:

1. pohyb po kružnici - ideální pohyb, který může trvat věčně, jak o tom svědčí pohyb nebeských těles;
2. přímočarý pohyb - je nutně omezen, neboť Aristoteles má hrůzu z nekonečna.

Volný pád je přirozený pohyb, který má různou velikost rychlosti v závislosti na tíze pohybujících se těles. Sám si uvědomuje, že ve vakuu by se pohybovala všechna tělesa stejně velkou rychlostí. To je ale proti „přirozenému pohybu těles“, a proto vyvozuje, že vakuum (v němž by tělesa padala se stejnou velikostí rychlosti) neexistuje.

Ve svých úvahách se přiblížil formulaci zákona setrvačnosti (setrvačnost „neomezeného pohybu“), ale na základě toho, že takový pohyb by byl neomezený, opět vyvozuje, že takový pohyb nemůže existovat. Šikmý vrh popisuje jako kombinaci pohybu po úsečce, který je způsoben „hybatelem“, a pohybu po kružnici. Příčinu pohybu (onoho „hybatele“) vysvětloval tak, že jak se

těleso pohybuje prostředím, vznikají za ním víry, které ho pohánějí dál.

Tato představa se udržela ve fyzice velmi dlouho - ještě Descartes popisoval pohyb planet pomocí éterových vírů.

Ačkoliv jsou v jeho *Fysice* hluboké úvahy o pohybu, o plynutí času, ..., zůstává jeho dílo na úrovni přírodní filosofie. Své teorie nepodpořil fyzikálními experimenty ani matematickými výpočty. Přesto se jeho dílo stalo hlavním zdrojem poznatků o fyzice na dlouhá staletí. A to i přes to, že bylo v prvních stoletích našeho letopočtu v křesťanské Evropě zakazováno.

Základní Aristotelovy myšlenky, které se ukázaly jako mylné a které musely být v průběhu vývoje fyziky experimentálně vyvracovány, jsou:

1. učení o dvou světech - fyzika pozemská a fyzika kosmická nemají nic společného;
2. výjimečné postavení Země - Země se nepohybuje, ostatní tělesa (Měsíc, Slunce, planety) se pohybují kolem ní;
3. pohyby jsou buď přirozené nebo způsobené hybatelem;
4. tělesa s větší hmotností padají k zemi vyšší rychlostí než tělesa s menší hmotností;
5. vzduch nepůsobí tlakem na zemský povrch - těžší živly (voda, země, ...) tíhnou směrem dolů, zatímco lehčí živly (vzduch, oheň) směrem nahoru;
6. komety, meteory, Mléčná dráha - vznikají v horních vrstvách atmosféry hořením mastných par;
7. příroda nedovoluje prázdné místo - každé prázdné místo hned zaplňuje (*horror vacui*);
8. pohyby na povrchu Země mohou probíhat jen na konečné vzdálenosti po úsečce nebo jako pohyby po kružnici a při vrhu je těleso poháněno vzdušnými víry, které se za ním v důsledku pohybu ve vzduchu tvoří;
9. velikost rychlosti zvuku závisí na výšce tónu;
10. velikost rychlosti světla je nekonečná.

Přestože udělal velký kus práce, zůstalo dost práce i pro jeho následovníky. **DIODOROS KRONOS** a jeho žák **FILON** z nefarské školy stoiků se na přelomu 4. a 3. století př. n. l. soustředili na složené výroky vznikající z jednoduchých pomocí vazby „jestliže, pak“. **CHRYSIPPOS ZE SOL** (asi 280 - 208 př. n. l.) přispěl k logice studiem výrokové logiky (zabýval se skládáním výroků pomocí logických spojek a negace) a také rozpracoval axiomatickou teorii dedukce.

V Římě používali zejména praktickou část logiky - tu část, která se dala využit v právních záležitostech. Mezi všemi v tomto oboru vynikal Cicero.

Aristoteles po sobě zanechal rozsáhlé dílo - jak vědecké spisy, tak texty svých přednášek, ale hlavně tradici soustavné, organizované vědecké práce v mnoha různých vědních oborech, svobodu vědeckého myšlení a diskuse.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.